

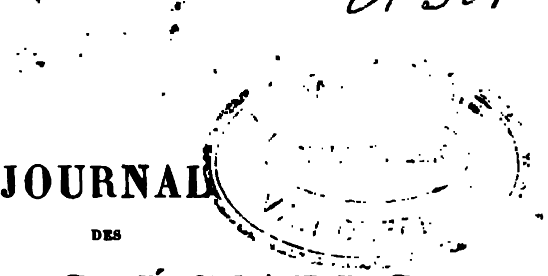


JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES





JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE L'ÉTAT-MAJOR

PUBLIÉ

SUR LES DOCUMENTS FOURNIS PAR LES OFFICIERS
DES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

PAR

J. CORRÉARD

Ancien ingénieur.

TOME I. — 4e SÉRIE.

PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME ET POLYTECHNIQUE
DE J. CORRÉARD
LIBRAIRE-ÉDITEUR ET LIBRAIRE-COMMISSIONNAIRE
1, rue Christine-Dauphine, près le Pont-Neuf.

1854

Journal des Armes Spéciales

ÉTAT ACTUEL

DE

L'ARTILLERIE DE CAMPAGNE

I. ET R. AUTRICHIENNE

Par G. A. JACOBI

LIEUTENANT DE L'ARTILLERIE PRUSSIENNE

Traduit de l'allemand par J. B. C. F. NEUENS

MAJOR DE L'ARTILLERIE BELGE.

DEUXIÈME PARTIE.

ORGANISATION.

CHAPITRE PREMIER.

COMPOSITION DES BATTERIES DE CAMPAGNE ET DES PARCS.

§ 18. *Composition des batteries de campagne.*

I. BATTERIES DE BOUCHES A FEU.

Une batterie de campagne se compose de 6 bouches à feu, dont $\frac{2}{3}$ en canons et $\frac{1}{3}$ en obusiers.

Les batteries de 3 liv., de 6 liv. et de 12 liv. reçoivent des obusiers de 7 liv., et celles de 18 liv., des obusiers de 10 liv. Ainsi que nous l'avons déjà remarqué (§ 3. *B*), on a adopté récemment un obusier long de 7 liv. (représenté par la fig. 4) pour les batteries de 12 liv. et l'on s'occupe d'en construire un semblable de 18 liv. (11 centimètres) pour les batteries des calibres moindres.

1. Batteries de 18 liv.

Ce sont des batteries à pied. Elles se composent de 4 canons de 18 liv. et 2 obusiers de 10 liv. Outre un chariot à munitions pour chaque bouche à feu, la batterie conduit 2 voitures à bagages d'artillerie, servant au transport des effets du personnel, 2 voitures à fourrages à 2 chevaux et 1 à 4 chevaux, transportant le fourrage pour les chevaux de trait et de selle (1), 1 fourgon chargé d'objets d'approvisionnement et de rechanges, pour l'entretien des voitures et de la ferrure de la batterie, et 1 forge de campagne.

Ainsi pour 6 bouches à feu, il y a 6 voitures à munitions et 7 autres véhicules, de sorte que la batterie entière constitue une colonne de 19 voitures.

2. Batteries de 12 liv.

Ce sont aussi des batteries à pied, composées de 4 ca-

(1) La quantité de rations à transporter par les batteries n'est pas déterminée d'une manière absolue. Toutefois, même les batteries de cavalerie, peuvent conduire avec elles le fourrage pour 10 jours lorsqu'elles tirent parti de tous leurs moyens de transport. (*Auteur*.)

nons de 12 liv. et 2 obusiers longs de 7 liv. Sauf qu'elle n'a qu'une voiture à fourrage à 2 chevaux, cette batterie est composée comme celle de 18 liv. et forme par conséquent une colonne de 18 voitures.

3. Batteries de 6 liv.

A. Batteries ordinaires de 6 liv.

D'après leur origine, ces batteries sont à pied. Mais comme les chevaux sous-verge sont sellés, et que 3 hommes peuvent s'asseoir sur le couvercle du coffre d'avant-train, tandis qu'un homme peut se placer sur le couvercle du coffret d'affût de chaque obusier, ces batteries peuvent aussi franchir à une allure accélérée des distances qui ne sont pas trop considérables. Elles sont donc mixtes, en ce que suivant les besoins elles peuvent servir comme batteries à pied et comme batteries à cheval. Outre les 6 bouches à feu, qui sont 4 canons de 6 liv. et 2 obusiers de 7 liv., ces batteries se composent des mêmes voitures que celles de 12 liv.

B. Batteries de cavalerie.

Ces batteries sont particulières à l'artillerie autrichienne, à raison du mode de transport des servants. Elles se composent également de 4 canons de 6 liv. et 2 obusiers de 7 liv. courts sur affûts à banquette. Outre 1 charrette à munitions et 2 chevaux de bât par pièce, la

Composition des batteries de campagne de bouches à feu ou à fusées de l'artillerie I. et R. autrichienne.

DÉSIGNATION des BATTERIES.	BOUCHES A FEU. CANONS de 3 liv.	de 6 liv.	de 12 liv.	de 18 liv.	OBUSIERS de 7 liv. courts.	longs.	de 10 liv.	CHEVALETS A FUSÉES.	CHEVAUX DE BAT porte-munitions.	VOITURES DE TRANSPORT A MUNITIONS POUR canons.	obusiers.	fusées à banquette.	ordinaires pour fusées. S	W (*)	L	FORGES.	A bagages d'artillerie.	A BAGAGE de l'officier du train.	à fourrage à 2 chevaux.	à 4 chevaux.	FOURGONS.	TOTAL DES BOUCHES A FEU.	VOITURES à munitions.	AUTRES VOITURES.	TOTAL GÉNÉRAL.	L'une des deux batteries de la division a en plus ou en moins.
Batteries à pied de 3 liv....	4	»	»	»	2	»	»	»	»	4	2	»	»	»	»	1	2	1/2	2	»	1	6	6	6	18 1/2	± 1/2
Batteries à pied de 6 liv....	»	4	»	»	2	»	»	»	»	4	2	»	»	»	»	1	2	1/2	1	1	1	6	6	6	18 1/2	± 1/2
Batteries à pied de 12 liv....	»	»	4	»	»	2	»	»	»	4	2	»	»	»	»	1	2	1/2	1	1	1	6	6	6	18 1/2	± 1/2
Batteries à pied de 18 liv....	»	»	»	4	»	»	2	»	»	4	2	»	»	»	»	1	2	1/2	2	1	1	6	6	7	19 1/2	± 1/2
Batteries de cavalerie de 6 liv...............	»	4	»	»	2	»	»	»	12	4	2	»	»	»	»	1	2	1	6	»	1	6	6	10	22	»
Batterie à fusées pesante..............	»	»	»	»	»	»	»	6	»	»	»	»	6	4	2	1/2	2	1/2	»	2	1	»	12	5 ou 7	18	± 1
Batterie à fusées légère.	»	»	»	»	»	»	»	6	»	»	»	6	2	1	»	1/2	2	1/2	»	1	1/2	»	9	4 ou 6	13 1/2	± 1 1/2

(*) Les couvercles des chariots à fusées sont marqués des lettres S, W ou L, suivant que le chariot contient des fusées de tir (schuss.), de jet (wurf.), ou à éclairer (leucht.)

§. 19. *Composition des parcs.*

Dans une armée autrichienne rassemblée dans un but déterminé, l'artillerie avec toutes ses dépendances se divise en 2 parties principales qui sont :

I. *L'artillerie de brigade*, formée exclusivement des batteries attachées aux brigades et aux divisions. Nous n'en dirons rien ici, parce que la composition en est connue, et qu'il sera question plus tard de la répartition de cette artillerie parmi les troupes.

II. *La réserve d'artillerie*, laquelle comprend non-seulement les batteries de réserve, mais aussi tous les parcs. Cette réserve d'artillerie se subdivise en :

1° *Réserve de soutien*, dont la force se règle d'après le nombre et la force des corps d'armée destinés à agir d'une manière indépendante ; car chacun de ces corps en reçoit une réserve de soutien proportionnée à sa force.

2° *Réserve principale*, laquelle se subdivise également en :

(*a*) *Première division de la réserve d'artillerie* (réserve des bouches à feu).

(*b*) *Deuxième division de la réserve d'artillerie.*

3° *Grosse réserve*, ou 3° division de la réserve d'artillerie. La composition de ces diverses subdivisions, et les quantités de munitions dont elles sont approvisionnées, ainsi que leurs positions par rapport à l'armée, résultent du tableau ci-après :

Composition et position de toutes les subdivisions de la réserve d'artillerie.

RÉSERVE		COMPOSITION	POSITION
de SOUTIEN.		EN BOUCHES A FEU : Les batteries de cavalerie qui, quoique attachées aux troupes, ne sont pas indispensables pour le moment dans la ligne de bataille, ainsi que celles qui sont destinées exclusivement à la réserve. Quelques batteries à pied de réserve, par exemple, 2 batteries de 6 liv. ou 1 de 6 liv. et 1 de 12 liv. pour 3 divisions d'infanterie. EN VOITURES : 1/4 à 1/3 de toutes les voitures à munitions de réserve à 2 chevaux, et quelques-unes à 4 chevaux à cause des roues des affûts de rechange; quelques chariots à matériel pour les corps indépendants.	Suivent constamment leur corps d'armée en se maintenant sur les meilleures routes. Dans l'ordre de bataille, les batteries et une partie des voitures à munitions se tiennent derrière le centre du corps; le surplus reste à une demi-lieue ou à une lieue en arrière, en se plaçant sur des points bien visibles.
PRINCIPALE	1re DIVISION	EN BOUCHES A FEU : Le plus possible des batteries de cavalerie, celles de la réserve de grosse cavalerie, puis la plus grande partie des batteries disponibles. EN VOITURES : 1/4 à 1/3 de toutes les voitures à munitions de réserve à 2 chevaux, quelques affûts de rechange, quelques voitures à 4 chevaux, pour avoir des roues de rechange.	Les batteries et une petite partie des voitures constamment à la disposition du général en chef, auprès du grand quartier général. Le jour de la bataille, cette partie se tient derrière le centre de l'armée; le reste à une ou deux lieues en arrière, contre la grande route.
	2e DIVISION	EN BOUCHES A FEU : Toutes les autres batteries, excepté celles de 18 liv. EN VOITURES : Le reste des voitures à munitions à 2 chevaux, c'est-à-dire 1/2 ou 1/3 de la totalité; le reste des affûts de réserve, quelques voitures à 4 chevaux, des forges, des voitures à matériaux et à rechanges.	Quatre à six lieues derrière la 1re Division; le jour de la bataille, une partie se rapproche davantage.
GROSSE		EN BOUCHES A FEU : Les batteries de 18 liv. du dépôt de campagne lorsque leur emploi devient probable. EN VOITURES : Le reste des voitures à 4 chevaux et tous les autres véhicules appartenant à l'artillerie de l'armée.	Quatre à six lieues derrière la 2e Division.

Le *remplacement des munitions* consommées par les troupes et par les batteries incombe à la réserve de soutien, qui se la réserve principale. Cette dernière s'approvisionne à la grosse réserve, qui puise elle-même dans le grand dépôt de campagne.

Les principaux objets qui, outre les munitions, se trouvent convenablement répartis entre les diverses subdivisions de la réserve et au dépôt de campagne sont :

Bouches à feu avec affûts et armements au complet (sauf les munitions et les attelages), au dépôt de campagne $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{14}$ de ce qui se trouve à l'armée.

Affûts de réserve, près de la réserve, pour les calibres les plus nombreux $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{12}$, pour les autres $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{6}$, pour les obusiers de cavalerie $\frac{1}{4}$ du nombre des bouches à feu. Ces affûts sont avec avant-trains et armements, plus un écouvillon de rechange. En outre il y a en avant-trains de rechange sans coffres, pour les petits calibres $\frac{1}{20}$, pour les autres $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{10}$. Au dépôt de campagne il y a encore autant de caissons (charrettes à munitions) que de bouches à feu complètes, et moitié de ce nombre en affûts de réserve. En outre, il y a une réserve de $\frac{1}{8}$ des bâts à munitions en usage près de l'artillerie de cavalerie.

La réserve conduit en *armements et en équipements* $\frac{1}{16}$ à $\frac{1}{8}$ de la totalité, et une quantité pareille se trouve encore au dépôt de campagne. En outre, ce dépôt renferme encore $\frac{1}{[illegible]}$ du nombre total d'écouvillons. Le nombre *des roues de rechange* se règle d'après les moyens qu'on a de les transporter. On charge sur chaque affût et avant-train de rechange une roue (ordinairement de 12 liv. ou de 18 liv.), 1 sur chaque voiture de

réserve à 2 chevaux, et sauf quelques exceptions, on en lie 2 sur chaque voiture à 4 chevaux. A part les roues de 10 liv., de 12 liv. et de 18 liv., il y a des 3 autres espèces de roues de rechange : $\frac{6}{40}$ de roues de derrière, $\frac{2}{16}$ de roues de devant pour voitures à 4 chevaux et $\frac{3}{16}$ de roues d'avant-train. A chaque roue de rechange est fixée une volée mobile de rechange.

Des *parties en bois de rechange*, à raison de quelques pour cent, sont chargées sur des voitures du train à 4 chevaux, à raison de 2 chariots par forge de campagne. L'approvisionnement *en fers* est de 11 k. 20 en barres par pièce et par voiture, puis une certaine quantité de pièces, dont moitié à la réserve et moitié au dépôt de campagne; le tout se charge sur des voitures à 4 chevaux.

En outils de campagne, 1 voiture à 4 chevaux par 100 véhicules du parc d'artillerie, plus $\frac{1}{4}$ en réserve au dépôt de campagne. Il y a 28 kilogrammes de *graisse* par voiture, une quantité de coutil imperméable suffisante pour renouveler tout ce qui se trouve sur les couvercles, *cordages*, *approvisionnements de sellier et de corroyeur* suivant des formules d'expérience. Pour toute l'armée il y a au dépôt de campagne quelques rechanges en éléments de munitions, tels que sachets, etc. Pour les corps d'armée il y en a une petite partie à la réserve.

Pour 60 à 70 bouches à feu, il y a un appareil à rougir les boulets, chargé avec les fers sur une des voitures à matériaux, plus $\frac{1}{6}$ au dépôt de campagne. Au dépôt de campagne se trouvent 1 ou 2 machines à remettre les grains de lumière avec leurs accessoires, ainsi que l'outillage nécessaire à 1 ou 2 laboratoires de campagne.

Répartition des voitures à munitions de réserve pour batteries de campagne parmi les diverses subdivisions de la réserve.

POUR	DÉSIGNATION des parties DE LA RÉSERVE.	MUNITIONS POUR			
		CANONS.		OBUSIERS.	
		charrettes à 2 chevaux.	chariots à 4 chevaux.	charrettes à 2 chevaux.	chariots à 4 chevaux.
2 Batteries de 3 liv.	De soutien	2	»	2	»
	Principale	2	»	2	1
	Grosse	»	1	»	1
2 Batteries à pied de 6 liv.	De soutien	1 A 1 B	1/2	2	»
	Principale	1 A 2 B	1	2	1
	Grosse	»	1 1/2	»	1
1 Batterie de 12 liv.	De soutien	2 A 1 B	»	1	»
	Principale	2 A 1 B	1 A	1	1/2
	Grosse	»	2 B	»	1/2
1 Batterie de 18 liv.	De soutien	»	»	»	»
	Principale	8	3	»	3
	Grosse	»	3	»	1
2 Batteries de cavalerie.	De soutien	3 B	»	2	»
	Principale	3 B	1	2	1
	Grosse	»	1	»	1

Les lettres A et B ont la même signification qu'au tableau de la page 123.

Outre les voitures à munitions, les réserves ont en *autres voitures* pour 100 à 150 bouches à feu : 1 forge légère de campagne à 4 chevaux, (lorsqu'il y a des batteries de 18 liv., il y a quelques forges pesantes à 6 chevaux parmi la totalité), 2 chariots du train à 4 chevaux chargés de bois de construction, 1 chariot à 4 chevaux chargé d'outils de campagne, 1 chariot à 4 chevaux chargé de cordage, et de graisse, 1 chariot à fers à 4 che-

vaux, une voiture à outils à 2 chevaux (pour chaque forge pesante une voiture à outils à 4 chevaux), 1 voiture à charbon à 2 chevaux, 2 voitures à 2 chevaux, dont 1 avec ustensiles et 1 avec matières de laboratoire. De plus, les voitures nécessaires à la direction de l'artillerie de campagne, et au commandement des parcs de réserve. En voitures d'équipage, il y a pour chaque forge de campagne 2 chariots à 4 chevaux avec pièces de bois ébauchées, par compagnie d'artillerie 1 voiture à vivres à 4 chevaux, pour 30 artilleurs non attachés aux pièces 1 voiture à bagages à 2 chevaux, servant également au transport des bagages des officiers.

III. *Le grand dépôt local de campagne*, qui alimente toutes les réserves, et qui reçoit le matériel d'artillerie suivant les circonstances des magasins ordinaires et des dépôts de l'État.

Dans ce grand dépôt on charge $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{4}$ de toutes les munitions sur des chariots du train d'équipages, à raison de 1,680 kil. par voiture à 4 chevaux, ou bien aussi sur des voitures de louage, à raison de 424 kil. par cheval. Cette partie se rapproche de l'armée, afin d'en faciliter l'approvisionnement, et forme par conséquent une quatrième subdivision de la réserve, nommée *dépôt mobile de campagne*.

En outre, on établit, en cas de besoin, des *sous-dépôts ;* ils doivent être placés, comme le grand dépôt de campagne, sur la ligne d'opération de l'armée, contre les meilleures routes, s'il se peut, au bord de rivières navigables, dans des endroits à l'abri des entreprises de l'ennemi, et renfermant les locaux ou emplacements nécessaires aux ateliers, aux dépôts et aux laboratoires.

Une armée composée de :

36 bataillons allemands,
12 — hongrois,
8 — d'infanterie de frontière,
6 — de grenadiers,
4 — de chasseurs,
36 escadrons de grosse cavalerie et
64 — de cavalerie légère,

ou en tout 66 bataillons et 100 escadrons d'une force totale d'environ 100,000 hommes, exigerait, outre les bouches à feu et les affûts de réserve, pour ses 46 batteries et sans compter les dépôts, un train d'artillerie de :

542	charrettes à munitions à 2 chevaux,		
196	— 4 —		
208	chariots à munitions,		
3	voitures à 2 chevaux	chargées d'étoupilles, lances à feu, etc.	
2	— 4 —		
11	chariots à 4 chevaux chargés d'outils de campement,		
11	— 2 —	— pour réparations et manipulations,	
11	— 4 —	de graisse à voitures et cordages,	
4	— 4 —	d'instruments de laboratoire,	
6	— 2 —	de matières d'artifices et approvisionnements,	
3	— 4 —		
9	— 2 —	d'outils d'ouvriers,	
2	— 4 —		
11	— 4 —	de fers et ferrures,	
22	— 5 —	de bois de construction,	
11	forges de campagne à 4 chevaux,		
11	chariots à charbon à 2 chevaux,		
14	chariots à 2 chevaux	avec caisses et archives,	
6	— 4 —		
72	voitures à fourrage	à 2 chevaux	pour les batteries et leur personnel,
175	— à bagage et		
56	— à vivres à 4 chevaux,		

munitions, que les divers calibres sont approvisionnés pour la campagne comme suit :

	BATTERIES.		RÉSERVES.		TOTAUX.	
Canon de 3 liv.	168	coups,	156	coups,	324	coups.
— 6 liv. (artill^{e} à pied).	194	—	132	—	326	—
— 12 liv.	100	—	167 1/2	—	267 1/2	—
— 18 liv.	64	—	188	—	252	—
Obusier de 7 liv. (art^{e} à pied) (1)	96	—	110	—	206	—
— 10 liv.	60	—	156	—	216	—
Canon de 7 liv. (art^{e} de caval^{e}).	146	—	120	—	266	—
Obusier de 7 liv.	77	—	110	—	187	—

Dans cette récapitulation on n'a pas compté les boîtes à dragée pour canons, puisqu'elles ne sont employées que comme suppléments de coups.

Si nous considérons les chiffres de cet approvisionnement, nous voyons que les canons des calibres inférieurs et moyens de l'artillerie à pied, sont amplement pourvus aussi bien dans les batteries que dans l'ensemble de l'armée, quoique le canon de 12 liv. n'ait dans les batteries que la moitié, et dans l'ensemble, que les $\frac{5}{6}$ du nombre de coups du canon de 6 liv. Quant au canon de 6 liv. de cavalerie, il n'a dans les batteries que les $\frac{3}{4}$, et dans l'ensemble, que les $\frac{7}{9}$ des munitions du canon de 6 liv. de l'artillerie à pied. Comme les canons de 18 liv. ne sont destinés qu'à parer à des éventualités tout à fait extraordinaires, et restent en général à 9 ou 15 lieues en arrière de l'armée, avec la grosse réserve, et comme d'ailleurs une partie de leurs munitions de réserve se trouve déjà en avant des bat-

(1) A ajouter 6 balles à éclairer pour l'obusier de 7 liv. des batteries à pied, et 5 pour l'obusier de cavalerie. (*Auteur.*)

teries de ce calibre, dans la réserve principale, l'approvisionnement de 64 coups par pièce, conduit avec la batterie, paraît pleinement suffisant.

L'approvisionnement des obusiers est naturellement moindre que celui des canons. Le nombre des coups d'obusier de 7 liv. qui se trouve avec la batterie n'est qu'environ la moitié du nombre des coups de 6 liv., proportion qui s'accorde assez bien avec la rapidité relative du tir de ces deux bouches à feu.

Dans l'artillerie de cavalerie, l'approvisionnement de batterie de l'obusier présente à peu près le même rapport avec celui du canon de 6 liv., et le rapport des approvisionnements totaux y est encore plus avantageux que celui des mêmes bouches à feu dans l'artillerie à pied.

Dans les batteries de 12 liv. et de 18 liv., l'approvisionnement de batterie des obusiers de 7 liv. et de 10 liv. est à peu près le même que celui des canons; leurs approvisionnements totaux sont respectivement d'environ $\frac{1}{6}$ et $\frac{1}{7}$ moindres que ceux des canons de 12 liv. et de 18 liv.

Dans la récapitulation plus exacte qui suit, on voit la répartition de la masse totale de munitions de chaque bouche à feu entre les diverses parties des réserves, ainsi que le rapport des coups à boulet aux coups à balles.

Il en résulte que :

1° Le rapport du nombre de coups à balles au nombre total des coups est :

Pour le canon de	3 liv.	=	1 : 6
—	6 liv. (artillerie à pied)	=	1 : 5
—	12 liv.	=	1 : 4
—	18 liv.	=	1 : 7
—	6 liv. (artillerie de cavalerie)	=	1 : 5
Pour l'obusier de	7 liv. (artillerie à pied)	=	1 : 7
—	7 liv. (artillerie de cavalerie)	=	1 : 6 ½
—	10 liv.	=	1 : 12

2° Le rapport du nombre de coups à balles au nombre de coups à boulet est :

Pour le canon de	3 liv.	=	1 : 5
—	6 liv. (artillerie à pied)	=	1 : 4
—	12 liv.	=	1 : 3
—	18 liv.	=	1 : 6
—	6 liv. (artillerie de cavalerie)	=	1 : 4
Pour l'obusier de	7 liv. (artillerie à pied)	=	1 : 6
—	7 liv. (artillerie de cavalerie)	=	3 : 16
—	10 liv.	=	1 : 11

Déduction étant faite d'autant de charges pleines de campagne qu'il y a de boîtes à balles dans l'approvisionnement, et d'autant de charges de 0 k. 21 qu'il y a de balles à éclairer, les rapports entre les nombres des diverses charges comparés au nombre d'obus sont :

1. Pour l'obusier de 7 liv. le nombre des charges entières est au nombre des obus comme 1 : 3.

Le nombre des charges moyennes, comme 5 : 7, et enfin :

Le nombre des petites charges, presque comme 1 : 3.

2. Pour l'obusier de cavalerie de 7 liv.

Le nombre des charges	entières,	comme	1 : 3
— —	moyennes,	—	3 : 4
— —	petites,	—	5 : 14

3. Pour l'obusier de 10 liv. :

Le nombre des charges	entières,	comme	2 : 5
— —	moyennes et petites,		1 : 2

Approvisionnement complet de campagne de chaque bouche à feu, en munitions, avec indication de sa répartition entre les batteries et les réserves.

Désignation des bouches à feu			Munitions	Approvisionnement total de l'Armée	Répartition des munitions : Coffres d'avant-train, coffres de banquette et bâts à munitions	Caissons des batteries	Réserve de soutien et principale : caissons de réserve	Réserve de soutien et principale : Caissons de réserve à 4 chevaux	Grosse réserve : Caissons de réserve à 4 chevaux
Artillerie à pied	Canons de	3 liv.	Coups à boulet.....	270	12	120	96	»	42
			Id. à balles......	54	12	24	12	»	6
			Boites à dragée.....	13 1/2	8	»	4	»	1 1/2
		6 liv.	Coups à boulet.....	264	»	160	50	27	27
			Coups à balles de 3 loth	27	9	8	4	3	3
			Coups à balles de 6 —	35	9	8	6	6	6
			Boites à dragée.....	11	3	»	5	1 1/2	1 1/2
		12 liv.	Coups à boulet.....	197 1/2	»	70	60	27 1/2	40
			Coups à balles de 3 loth	16	6	»	5	»	5
			Coups à balles de 6 —	29	4	10	10	»	5
			Coups à balles de 32 —	25	»	10	10	»	5
			Boites à dragée.....	6 1/2	2	»	1 1/2	»	5
		18 liv.	Coups à boulet.....	216	»	56	64	48	48
			Id. à balles......	36	»	8	16	6	6
	Obusiers de	7 liv.	Obus..............	175	1 (*)	79 (*)	50	22 1/2	22 1/2
			Boites à balles......	31	6	10	10	2 1/2	2 1/2
			Balles à éclairer....	6	»	3	2	1/2	1/2
			Charges de 0 k. 21..	64	3 (*)	37 (*)	16	4	4
			Id. 0. 35..	124	10 (*)	60 (*)	36	9	9
			Id. 0. 56..	86	25	25	24	6	6
		10 liv.	Obus..............	198	»	54	»	108	36
			Boites à balles......	18	»	6	»	9	3
			Charges de 0 k. 42, 0 k. 63 et 0 k. 945 de chaque espèce.	96	»	32	»	48	16
Artillerie de cavalerie	Canon de	6 liv.	Coups à boulet......	216	40	80	60	18	18
			Coups à balles de 3 loth	16	4	8	»	2	2
			Coups à balles de 6 —	34	6	8	12	4	4
			Boites à dragée.....	12	4	»	6	1	1
	Obusier de	7 liv.	Obus..............	157	22	40	50	22 1/2	22 1/2
			Boites à balles......	30	5	10	10	2 1/2	2 1/2
			Balles à éclairer....	5	»	2	2	1/2	1/2
			Charges de 0 k. 21..	60	20	16	16	4	4
			Id. 0. 35..	120	30	36	36	9	9
			Id. 0. 56..	80	20	24	24	6	6

(*) Dans les batteries à pied de 6 liv. *Dans les autres batteries, toutes les charges de 0 k. 21 et 0 k. 35 sont dans la charrette, ainsi que 80 obus.*

Pour chaque coup de l'approvisionnement il y a 1 1/2 étoupilles; pour chaque bouche à feu de *l'artillerie à pied, 100 lances à feu, et pour chaque bouche à feu de cavalerie* 130. Il y a 4 k. 50 *à 5 k. 50 de mèche par pièce.*

Tableau comparatif des quantités de munitions transportées et du nombre des chevaux employés au transport.

DÉSIGNATION des BOUCHES A FEU.		DANS LES BATTERIES						DANS LES PARCS DE LA RÉSERVE.						TOTAUX.		NOMBRE DES COUPS transportés par cheval.
		avant-train ou coffre de banquette.		BATS à munitions.		CHARRETTES à munitions.		DE SOUTIEN.		PRINCIPALE.		GROSSE.				
		chevaux.	coups transportés	chevaux.	coups transportés	chevaux.	coups transportés	chevaux.	coups transportés	chevaux.	coups transportés	chevaux.	coups transportés	chevaux.	coups transportés.	
Artillerie à pied.	Canon de 3 liv...	2	24	»	»	2	144	1/2	54	1/2	54	1/2	48	5 1/2	324	59
	— 6 liv...	4	18	»	»	4	176	3/4	36	1 1/4	60	3/4	36	10 3/4	326	30.50
	— 12 liv...	6	10	»	»	4	90	1 1/2	42 1/2	2 1/2	70	2	55	16	267 1/2	16.72
	— 18 liv...	8	»	»	»	4	64	»	»	7	134	3	54	22	252	11.45
	Obusier de 7 liv...	4	6	»	»	4	93	1	31	2	56 1/2	1	25 1/2	12	212	16.83
	— 10 liv...	4	»	»	»	4	60	»	»	6	117	2	39	16	216	13.50
Artillerie de cavalerie.	Canon de 6 liv...	6	10	3	40	4	96	3/4	36	1 1/4	60	1/2	24	15 1/2	266	17.16
	Obusier de 7 liv...	6	7	3	20	4	52	1	31	2	55 1/2	1	25 1/2	17	192	11.29
Batteries à fusées	légères..........	4	53	»	»	2	68 2/3	2	68 2/3	2 2/3	92	»	»	10 2/3	282 1/3	26.48
	pesantes..........	»	»	»	»	8	92	»	»	»	»	»	»	8	92	11 1/2

§ 21. *Poids des voitures, attelages.*

I. ATTELAGES.

Dans l'artillerie autrichienne les bouches à feu et autres voitures sont attelées comme suit :

A 2 chevaux (*). Le canon de 3 liv., sa charrette à munitions, une partie des charrettes à munitions de tout calibre adjointes aux parcs de réserve, la forge de campagne, une partie des voitures à fourrages, et la voiture à bagages d'officier du train.

A 4 chevaux (*). Le canon de 6 liv., l'obusier de 7 liv. et l'obusier de 10 liv. de l'artillerie à pied, toutes les voitures à munitions des batteries de bouches à feu (sauf celles de 3 liv.), les voitures à bagages d'artillerie, une partie des voitures à fourrages, les fourgons des batteries, les chariots ordinaires à fusées et ceux à banquette.

A 6 chevaux. Le canon de 12 liv., toutes les bouches à feu des batteries de cavalerie et quelques forges des parcs de réserve.

A 8 chevaux. Le canon de 18 liv.

Nous connaissons déjà (par le § 11) les détails du harnachement des chevaux de trait et la composition des attelages, et il ne nous reste qu'à remarquer avec quel soin les Autrichiens ont évité dans les attelages de

(*) Plusieurs des voitures des parcs de réserve chargées de rechanges ou de matériaux, sont attelées tantôt à 4, tantôt à 2 chevaux, comme le fait voir le tableau ci-après. (*Auteur.*)

6 de fixer les traits des chevaux de devant à ceux des chevaux de milieu; ils ont rendu les chevaux de milieu indépendants de ceux de devant au moyen des doubles traits de milieu. Les chevaux de milieu ne peuvent pas ainsi se dispenser aussi facilement du travail aux dépens des chevaux de devant, comme cela a lieu, par exemple, dans l'artillerie anglaise, en France et dans les attelages de plusieurs autres artilleries; ils essaieront même beaucoup moins de le faire, parce qu'ils ne sentent pas d'autres chevaux agissant avec eux sur le même point d'application de la traction.

Poids en kilogrammes à tirer par les chevaux de trait de l'artillerie de campagne I. et R. autrichienne.

A, B, C. VÉHICULES DES BATTERIES.	ARTILLERIE A PIED. CANONS DE				OBUSIERS DE 7 liv. pour les batteries de		OBUSIERS DE	ARTILLERIE DE CAVALERIE.	
	3 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.	6 liv.	3 et 6 liv.	10 liv.	Canons de 6 liv.	Obusiers de 7 liv.
A. Bouches à feu.									
Poids de la pièce	235	387 1/2	770 1/2	1168 3/4	274 1/2	274 1/2	420	386 1/2	274 1/2
— de l'affût	329	397 1/2	659	808 1/2	441	441	598 1/2	435	482
— du coffre de banquette	»	»	»	»	»	»	»	69	72
— de l'avant-train avec son coffre	247	259	269	244 3/4	247 1/2	247 1/2	242 1/2	183	183
— des munitions et des armements du coffre de banquette ou d'avant-train	61	88	93 1/2	»	56 1/2	56 1/2	»	60 1/2	88 1/2
— des servants voiturés	»	»	»	»	»	»	»	364	364
Poids total de la bouche à feu	873	1132	1792	2222	1042 1/2	1019 1/2	1263	1498	1464
Poids par cheval	436	283	298	278	260	245	316	250	244
B. Charrettes à munitions des batteries.									
Poids de la charrette vide	559	719	663	663	719	663	663	567 3/4	567 3/4
— du chargement	372	793 1/2	806	887	867	878	901 1/2	460 3/4	518 1/2
— de la roue de rechange	64	64	98 1/2	98 1/2	64	64	98 1/2	64	64
Poids total	995	1576 1/2	1567 1/2	1648 1/2	1650	1605	1663	1092 1/2	1150 1/4
Poids par cheval	497	394	392	412	412	401	416	273	287
C. Bâts à munitions.									
Poids du bât vide								27	29
Poids du bât chargé								99 1/2	103 1/2

Poids en kilogrammes à tirer par les chevaux de trait de l'artillerie de campagne I. et R. autrichienne. (Suite.)

D. VOITURES A MUNITIONS des parcs de réserve.	CHARRETTES A 2 CHEVAUX, AVEC MUNITIONS DE						CHARIOTS A 4 CHEVAUX, AVEC MUNITIONS DE						
	3 liv.	6 liv.	12 liv.		18 liv.	7 liv.	3 liv.	6 liv.	12 liv.		18 liv.	obusiers de	
			A.	B.					A.	B.		7 liv.	10 liv.
Poids de la voiture vide.	559 1/2	559 1/2	559 1/2	559 1/2	559 1/2	559 1/2	627	627	627	627	627	627	627
— du chargement..	507 1/2	455	481 1/2	480	511	545	880	862	868 1/2	952	900 1/2	868 1/2	1073
Poids de la voiture chargée, y compris la roue de rechange, etc....	1067	1014 1/2	1041	1039 1/2	1070 1/2	1104 1/2	1628	1632	1616	1705	1648	1616	1770
Poids par cheval......	533	567	521	520	535	552	407	408	404	426	412	404	442

E. AUTRES VOITURES de réserve.	CHARIOTS A											FORGES	
	outils de campement à 4 chevaux.	RECHANGES à 2 chevaux.	graisse et cordages à 4 chevaux.	ustensiles de laboratoire à 4 chevaux.	ARMEMENTS		outils d'ouvriers.		fers et ferrures à 4 chevaux.	bois de construction à 4 chevaux.	CHARBON à 2 chevaux.	à 4 chevaux.	à 6 chevaux.
					à 2 chev.	à 4 chev.	à 2 chev.	à 4 chev.					
Poids du chargement..	834 1/2	340	888	896	364	728	448	896	1041 1/2	832		247	420
Poids de la voiture chargée, y compris les roues de rechange..	1605	899 1/2	1599 1/2	1603	890 1/2	1439	974 1/2	1523	1669	1543 1/2	1442 1/2	1190	1350
Poids par cheval.......	401	450	400	401	445	360	487	381	415	386	360 1/2	290	225

II. RAPPORTS DES POIDS PARTIELS ENTRE EUX.

Si, en examinant ce tableau, nous comparons les termes principaux qui constituent les poids des bouches à feu et des voitures, nous voyons d'abord :

1. **Le rapport** entre le poids de la pièce et celui de l'affût, très-judicieusement réglé pour tous les calibres.

Les pièces de petit calibre, ou sont légèrement dépassées en poids par leurs affûts (de $\frac{2}{7}$ à la pièce de 3 liv.), ou ont le même poids, comme cela a lieu pour le calibre de 6 liv.; or cette proportion paraît suffisante lorsque la charge pèse 0, 3 du boulet.

L'affût de la pièce de 12 liv., dont la charge est de $\frac{1}{4}$ du poids du boulet pèse $\frac{1}{5}$ de moins que la pièce.

Le poids de la bouche à feu croissant avec le calibre, et la charge présentant le même rapport que dans la pièce de 6 liv., la pièce de 18 liv. dépasse son affût en poids de $\frac{3}{10}$ environ.

Les obusiers pèsent à peu près les $\frac{2}{3}$ de leurs affûts :

Dans l'artillerie de cavalerie, l'affût de 6 liv. pèse $\frac{1}{5}$ de plus que la pièce, et celui de l'obusier pèse presque le double de sa pièce.

On voit qu'en Autriche le constructeur a rigoureusement maintenu les proportions convenables à chaque bouche à feu, en donnant à chacune d'entre elles l'affût qu'exigeait le poids de la pièce combiné avec le rapport adopté entre le poids de la charge et celui du projectile.

2. Effort nécessaire pour mettre en bataille et en batterie.

Le tableau suivant indique la pression de la crosse des diverses bouches à feu sur le sol et sur l'avant-train.

LA CROSSE pèse EN KILOGRAMMES	ARTILLERIE A PIED.						ARTILLERIE de CAVALERIE.	
	CANONS DE				OBUSIERS DE			
	3 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.	7 liv.	10 liv.	canon de 6 liv.	obusier de 7 liv.
Sur le sol............	72k.80	84,50	127,00	154,00	78,50	111,50	142,80	147,30
Sur l'avant-train.......	47,00	51,50	83,50	97,50	42,50	89,50	131,60	134,40

Il résulte des chiffres de ce tableau, que hormis les affûts de cavalerie et celui de 18 liv., les poids sont tels que 2 hommes peuvent les lever sans difficulté. Du reste, quand même ces poids seraient plus considérables, on mettrait encore facilement en bataille et en batterie par les moyens décrits au § 33, V et VI. D'après cette méthode on introduit toujours le levier de pointage jusqu'au milieu de sa longueur dans l'anneau-touret de pointage, après quoi 2 hommes en saisissent chacun des 2 bouts à droite et à gauche des flasques.

Naturellement la petitesse de cette pression de la crosse provient du grand avancement de l'encastrement des tourillons au delà de l'essieu, disposition qui influe défavorablement sur la marche de l'arrière-train. Cependant la liaison des deux trains au moyen de la cheville ouvrière, et le frottement développé par la sellette

et la sassoire, diminuent l'effet de ce déplacement de la charge en arrière de l'essieu de l'arrière-train, de sorte que les inconvénients qui en résultent sont beaucoup moins sensibles qu'ils ne le seraient si l'articulation des trains présentait plus d'indépendance. Du reste, on remédie encore en grande partie à cette position désavantageuse de la charge de l'arrière-train, en laissant toujours, pendant la marche, reposer l'appareil de pointage sur la bride de mire, et en mettant les canons de 12 liv. et de 18 liv. dans des encastrements de route.

3. Rapport entre la charge des deux trains équipés en guerre.

Dans l'artillerie de campagne autrichienne il n'y a que les canons de 3 liv. et de 6 liv. qui approchent de la proportion 1 : 2 que Gribeauval a fixée entre les charges de l'avant-train et de l'arrière-train lorsque les roues de devant sont petites. L'obusier de 7 liv. (2: 5) ne s'écarte pas beaucoup non plus de cette proportion.

Les autres calibres s'écartant notablement de ce rapport (pour le 12 liv. il est = 1 : 4 et pour le 18 liv. = 1 : 8), on a, au moyen d'un encastrement spécial de route, remédié aux inconvénients qui auraient pu en résulter. Aux bouches à feu de cavalerie les rapports 1 : 6 et 1 : 5, entre les poids des 2 trains, sont modifiés aussi lorsque les hommes montent sur la banquette, et remplacés par une répartition beaucoup plus convenable de la charge. C'est ce qui résulte du reste des poids indiqués par le tableau ci-dessus, comme devant être soulevés pour la mise en batterie. C'est à l'obusier de 10 liv., qui n'a pas d'encastrement de route, que le

rapport en question est le plus désavantageux; il est comme 1 : 4, 15.

4. Rapport entre les poids totaux des bouches à feu et voitures, et le nombre de chevaux employés à les mouvoir.

Si, dans le tableau ci-dessus (p. 25 et 26), nous considérons isolément les poids totaux des bouches à feu et voitures équipées en guerre, nous les trouverons extraordinairement faibles comparativement à ce que nous voyons dans d'autres artilleries. Ce fait s'explique très-aisément par la simplicité et la légèreté des ferrures d'affût, par l'infériorité du poids d'une partie des pièces, et par la petitesse de la charge de l'avant-train.

Mais si nous comparons ces poids totaux à la part de charge à tirer par chaque cheval des attelages, nous trouvons que l'artillerie de campagne autrichienne n'est pas, sous ce rapport, plus légère que celle de la plupart des autres puissances européennes.

Le poids de 260 kilogrammes paraît être, dans les circonstances ordinaires, la charge à tirer la plus convenable par cheval d'attelage des bouches à feu et de la première ligne des voitures. Dans les circonstances extraordinaires, cette charge peut être augmentée pour un court espace de temps de 25 kil. par cheval, ce qui la porterait à 285 kil. (1).

(1) Cette donnée peut être convenable lorsqu'il s'agit de calculer les charges à tirer par des attelages de 6 chevaux; mais quand il s'agit d'attelages de 4 chevaux, il convient d'augmenter le poids normal, parce que, dans cet attelage, il y a moins de force perdue. Il en est ainsi, à plus forte raison, pour l'attelage à 2 chevaux, dans lequel se réalise l'emploi le plus avantageux des chevaux. L'insuffisance de l'attelage des pièces de 3 liv. au-

Comparons à cette donnée les charges à tirer par les attelages des bouches à feu et des voitures de l'artillerie de campagne autrichienne :

Au canon de 3 *liv.* nous voyons d'abord que la charge normale est dépassée de 176 kil., ce qui paraît d'autant moins rationnel, que cette bouche à feu, la plus légère, semblerait devoir être aussi la plus mobile. Cependant, comme le poids total (873 kil.) de la bouche à feu n'est nullement trop grand, il faut en conclure que l'attelage est trop faible. Le rapport est encore plus désavantageux

trichiennes n'est donc pas aussi saillante qu'elle le paraît d'après le calcul de l'auteur. On semble, du reste, dans l'artillerie autrichienne, avoir tenu compte de cette différence en parfaite connaissance de cause, car, en prenant les moyennes des poids transportés par les attelages de 2, de 4, de 6 et de 8 chevaux, dans les batteries et dans les parcs, on trouve :

NOMBRE DE CHEVAUX.		POIDS MOYEN TIRÉ PAR CHEVAL D'ATTELAGE DE			MOYENNES générales.
		bouches à feu.	caisson des batteries.	voiture de réserve.	
ATTELAGES DE	2 chevaux........	436	497	491	475
	4 chevaux........	279	374	318	357
	6 chevaux........	264	»	225	245
	8 chevaux........	278	»	»	278

L'attelage de la pièce de 18 liv. forme seul anomalie dans ce système; et cela s'explique, parce que cette bouche à feu n'entre réellement que dans une grosse réserve, formant un supplément extraordinaire au train mobile de campagne, et se mouvant avec plus de lenteur.

Il résulterait des moyennes générales que, dans l'attelage de 6 chevaux, chaque cheval ne tire moyennement que 245 kil.; tandis que dans l'attelage de 2 chevaux, chaque cheval tire 475 kil., ou presque le double.

(*Traducteur.*)

dans la charrette à munitions de ce calibre, qui présente 497 kilogrammes à tirer par cheval.

Au canon de 6 *liv.* Ici la charge ordinaire à tirer par cheval est de 308 kil. Si l'on ajoute 3 × 80 kil. = 240 k. pour les 3 hommes qui montent sur l'avant-train, la charge à transporter par chaque cheval devient 368 kil., sans compter même les 2 servants qui doivent monter sur les chevaux sous-verge (1).

A la charrette à munitions de la batterie, chaque cheval tire à l'ordinaire 394 kil., et 20 kil. de plus ou 414 kil. lorsque le conducteur monte sur la voiture. Cette charge est trop forte par elle-même lorsqu'on exige une grande mobilité, et de plus elle n'est pas en rapport avec celle des chevaux attelés aux bouches à feu, puisqu'elle dépasse respectivement de 86 kil. et 46 kil. les charges correspondantes du cheval attelé à la pièce.

3. *Aux canons de* 12 *liv. et de* 18 *liv.* Si nous admettons comme normale pour ces bouches à feu la charge de 285 kil., que nous avons adoptée pour limite dans les cas extraordinaires, nous trouvons qu'à la pièce de 12 liv. cette charge limite est dépassée de 14 kil., tandis qu'à la pièce de 18 liv. il y a une différence de 7 kil. en sens contraire. Les chevaux attelés aux

(1) D'un autre côté, il convient de ne pas perdre de vue que l'attelage de 4 est composé d'une manière très-avantageuse au déploiement des efforts individuels des chevaux, les chevaux de derrière ne recevant aucune pression de la part du timon, quand l'affût est sur l'avant-train. On peut donc compter une charge un peu plus forte par cheval que celle indiquée ci-dessus, tant que cet attelage de 4 reste intact. D'après Scharnhorst et Borkenstein, les travaux utiles du cheval, dans l'attelage de 4 et dans celui de 6, sont comme 7 . 8 : D'après cette donnée, notre poids normal de 260 kil. deviendrait 297 kil. par cheval de l'attelage de 4, ou 14 kil. de plus que la charge à tirer par cheval de l'attelage de la pièce de 6 des batteries à pied.

(*Note de l'Auteur.*)

voitures à munitions de ces bouches à feu ont aussi chacun une centaine de kil. de plus à tirer que ceux des bouches à feu.

4. *A l'obusier de 7 liv.* chaque cheval tire à l'ordinaire 255 kil. et 335 kil. lorsque les servants sont transportés. Les chevaux des voitures à munitions tirent ordinairement 401 kil., et 441 lorsque les servants sont transportés.

5. *A l'obusier de 10 liv.*, chaque cheval tire 316 kil. et à la charrette correspondante, 100 kil. de plus.

6. *Aux bouches à feu de cavalerie* seules, le poids reste en dessous des limites que nous avons adoptées. Le poids des charrettes à munitions de ces batteries est aussi en rapport assez convenable avec celui des pièces, puisque celle de 6 liv. ne dépasse notre limite de 260 kil. que de 13 kil, et celle de 7 liv., de 27 kil.

Aux voitures des parcs de réserve les charges à tirer par cheval varient entre les limites extrêmes 225 à 552.

Il résulte de ce qui précède que dans l'artillerie à pied, et notamment dans les batteries de 6 liv., les attelages paraissent trop faibles. Cependant il convient de ne pas perdre de vue que la construction des voitures est telle que chaque cheval d'attelage peut exercer sa force de traction librement et sans être gêné par les autres. Le timon est soutenu par la sassoire, et dans l'attelage de 6, les chevaux de devant tirent également sur la volée de devant.

Les chevaux de derrière n'ont à soutenir le timon que lorsque la pièce est en batterie. La pièce étant équipée en guerre, ce poids est en kilogrammes :

ARTILLERIE A PIED DE						ARTILLERIE DE CAVALERIE.	
3 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.	7 liv.	10 liv.	de 6 liv.	de 7 liv.
13 1/2	16,8	26,3	23	14	14 1/2	8,4	10

CHAPITRE II.

---

§ 22. *Rapport numérique de l'artillerie à l'égard des autres armes.*

Toute l'armée autrichienne se scinde en deux grandes parties, *l'armée de campagne* et *l'armée de réserve.*

L'effectif sous les drapeaux diffère dans ces deux armées, selon que l'armée est sur pied de paix, sur pied d'observation ou sur pied de guerre.

Le tableau ci-après renseigne les forces des parties constituantes de l'armée suivant ces trois gradations.

DÉSIGNATION DES ARMES.		RÉGIMENTS.	BATAILLONS.	ARMÉE DE CAMPAGNE SUR PIED DE			ARMÉE DE RÉSERVE SUR PIED DE			TOTAL des DEUX ARMÉES sur le pied de guerre.	
				paix.	observation.	guerre.	paix.	observation.	guerre.	Hommes.	pièces.
INFANTERIE	Allemande et polonaise	35	»	98000	140000	182000	28000	28000	42000	224000	»
	Hongroise et transylvanienne	15	»	42000	42000	60000	12000	18000	12000	72000	»
	Italienne	8	»	22400	22400	32000	6400	6400	32000	35000	»
	Esclavonne, banate et croate	13	»	15600	15600	31000	15600	15600	31200	62400	»
	De frontière transylvanienne	4	»	4320	4320	8640	4320	4320	4320	12960	»
	Bataillons de chasseurs	»	16	12800	19200	19200	»	»	3200	22400	»
	Total de l'infanterie	75	16	195120	243520	333040	66320	72320	95920	428960	»
CAVALERIE	Grosse. (8 régiments cuirassiers et 6 dragons)	14	»	12600	12600	12600	»	»	2100	14700	»
	Légère. (7 régim. chevau-légers, 12 rég. hussards et 4 uhlans	23	»	31280	31280	31280	»	»	3910	35190	»
	Total de la cavalerie	37	»	43880	43880	43880	»	»	6010	49890	
ARTILLERIE.		5	»	3150 ou 15 compag.	10500 ou 50 compag. 600 pièces.	15750 ou 75 compag. 900 pièces.	15750 ou 72 compag.	8400 ou 40 compag. 480 pièces.	3150 ou 15 compag. 180 pièces.	18900	1080
Total { hommes		»	»	242150	297900	392670	82070	80720	105080	497750	
Total { pièces		»	»		600	900	»	480	180		1080

D'après ce relevé, il y aurait $2\frac{1}{6}$ pièces par mille hommes. Si nous ajoutons le corps spécial des fuséens composé de 6 compagnies (1) servant chacune 4 batteries, ce qui correspond à 144 pièces, la proportion devient à peu près de $2\frac{1}{2}$ pièces par mille hommes (2).

D'après l'exemple du § 19 extrait du *Manuel de Smola*, une armée de 100,000 hommes aurait 46 batteries ou 276 bouches à feu, ce qui ferait $2\frac{3}{4}$ pièces par mille hommes.

Comme ce manuel n'exprime pas positivement de principe à l'égard de cette proportion, il paraît assez intéressant de faire voir par un exemple sur quelles bases les armées autrichiennes ont été composées dans les derniers temps.

En 1833 l'effectif prescrit de l'armée d'Italie était de :

63,000 hommes d'infanterie,
4,800 — de cavalerie,
1,674 — d'artillerie, avec 168 pièces en 24 batteries, dont 4 de cavalerie, 4 de 3 liv., 14 de 6 liv., et 2 de 12 liv. (3). Il y avait en outre 2 batteries de fusées à pied, et 2 de cavalerie.

Cette armée était divisée en 2 corps d'armée et un corps de réserve.

Ier CORPS.

1re DIVISION.

1re *Brigade* d'avant-garde :

3 bataillons, 8 escadrons, 1 batterie de cavalerie, et 2 compagnies de pionniers.

(1) Force de ce corps telle qu'elle était durant l'état d'observation du commencement de la période décennale de 1831 à 1840.

(2) L'auteur oublie de tenir compte des 68 bouches à feu régimentaires des troupes de la frontière. V. page 200. (*Traducteur.*)

(3) Cette proportion du calibre de 12 liv. ne doit pas être considérée comme étant normale dans l'artillerie autrichienne ; elle n'a été admise que provisoirement, pour économiser sur l'effectif en chevaux. Voyez ce qui est dit à cet égard plus bas, page 199.

2e Brigade :

4 bataillons, 1 batterie de 3 liv. à pied.

2e DIVISION.

1re Brigade :

4 bataillons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

2e Brigade :

5 bataillons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

IIe CORPS.

1re DIVISION.

1re Brigade :

2 bataillons, 6 escadrons, 1 batterie de cavalerie, et 2 compagnies de pionniers.

2e Brigade :

3 bataillons de chasseurs, 1 batterie de 3 liv. à pied.

2e DIVISION.

1re Brigade :

4 bataillons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

2e Brigade :

5 bataillons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

CORPS DE RÉSERVE.

1re DIVISION.

1re Brigade :

4 bataillons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

2e Brigade :

5 bataillons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

2e DIVISION.

5 bataillons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

CAVALERIE DE RÉSERVE.

12 escadrons, 1 batterie de cavalerie.

ARTILLERIE DE RÉSERVE.

1 batterie de cavalerie, 2 batteries de 3 liv., 5 de 6 liv., 2 de 12 liv., et 4 de fuséens.

DIVISION DE L'ITALIE CENTRALE.

1re *Brigade :*
4 bataillons, 2 escadrons, 1 batterie de 6 liv. à pied.
2e *Brigade :*
3 bataillons, 2 escadrons, 1 batterie de 6 liv. à pied.

D'après cette organisation il y a 2 $\frac{1}{4}$ bouches à feu d'artillerie à pied par 1,000 hommes d'infanterie, et 5 bouches à feu de cavalerie par 1,000 cavaliers.

Si l'on compte les deux batteries de fuséens à pied avec l'artillerie à pied, et les 2 batteries de fuséens de cavalerie avec l'artillerie de cavalerie, les proportions deviennent 2 $\frac{2}{3}$ et 7 $\frac{1}{2}$.

D'après une communication que nous avons reçue plus récemment, $\frac{1}{6}$ des batteries de l'armée doit être formé des calibres de 12 liv. et de 18 liv. Ce dernier calibre n'y entre toutefois qu'en faible proportion (4 batteries par armée en campagne). Les $\frac{5}{6}$ restants doivent consister en batteries de 6 liv., dont $\frac{2}{6}$ de cavalerie et $\frac{3}{6}$ à pied.

CHAPITRE III.

COMPOSITION DU PERSONNEL DE L'ARTILLERIE, CONDITIONS D'AVANCEMENT, SYSTÈME DE RECRUTEMENT.

---

§ 23. *Composition du personnel de l'artillerie.*

I. ARTILLERIE PROPREMENT DITE.

Le personnel de l'artillerie autrichienne se divise en 5 sections principales, savoir :

1° La direction générale de l'artillerie ;

2° L'administration générale du matériel de l'artillerie ;

3° L'artillerie de campagne, y compris le corps des bombardiers et celui des fuséens ;

4° L'artillerie de garnison et

5° La direction du matériel de campagne.

En outre 4 bouches à feu et 50 artilleurs sont adjoints à chaque régiment de la frontière. Mais cette artillerie exclusivement attachée au service de la frontière n'ap-

partient pas au corps de l'artillerie. Comme il y a en tout 17 régiments de frontière, la force totale de cette artillerie de frontière s'élève à 68 bouches à feu et 850 hommes.

1. Direction générale de l'artillerie.

Elle s'occupe de tout ce qui concerne le personnel et le matériel de l'artillerie, les armes portatives et la fabrication de la poudre.

Toute l'artillerie est subordonnée à un directeur général de l'artillerie exerçant comme propriétaire, le droit de punition et de grâce, nommant aux grades de sous-officiers et d'officiers jusqu'à celui de capitaine inclusivement, déterminant le rang des officiers, accordant les permissions de mariage, et faisant à l'Empereur, par l'intermédiaire du Conseil aulique, les propositions pour les nominations aux grades de l'état-major.

En ce moment c'est S. A. I. l'Archiduc Louis d'Autriche qui est directeur général.

Le personnel de cette direction se réduit exclusivement à la personne du directeur, car son adjudant figure même sur les cadres du corps des bombardiers.

2. Administration générale du matériel de l'artillerie.

Le commandement proprement dit de toute l'artillerie et des services qui en dépendent est concentré à Vienne, sous la direction immédiate du directeur de l'artillerie, dans le bureau de l'administration générale du matériel, qui a dans ses attributions toute la partie

scientifique, l'administration proprement dite, les affaires de personnel et de discipline, la production, la répartition et la conservation des bouches à feu de campagne et de siége, les manufactures d'armes, les poudreries et raffineries de salpêtre, l'armement des troupes et leur approvisionnement en munitions, la dotation des places fortes, la surveillance des dépôts d'artillerie etc., etc.

Le secrétaire de ce bureau est un *conseiller d'administration* (en ce moment conseiller aulique); il a sous ses ordres un personnel appartenant à l'artillerie, et les employés nécessaires, savoir :

2 Rédacteurs.
2 Commis d'enregistrement.
1 Expéditionnaire.

Les affaires sont traitées en séances hebdomadaires sous la présidence du directeur général de l'artillerie. A ces séances assistent un général d'artillerie désigné pour ce service (en ce moment un feldzeugmestre) afin de pouvoir remplacer au besoin le directeur général, le commandant de l'artillerie de garnison du district de Vienne, ainsi que le directeur du matériel de campagne et le conseiller d'administration.

3. Artillerie de campagne.

Elle consiste en 5 régiments, le corps des bombardiers et celui des artificiers.

a. Régiments de campagne.

Chaque régiment se compose de 4 bataillons, dont le premier est de 6, et les autres, de 4 compagnies.

L'état-major de chaque régiment est composé de :

1 Colonel, propriétaire.
1 Colonel commandant.
1 Lieutenant-colonel.
3 Majors.
1 Chapelain de régiment (aumônier).
1 Auditeur de régiment.
1 Médecin de régiment.
1 Comptable de régiment.
1 Adjudant de régiment.
4 Médecins de bataillon.
9 Médecins adjoints.
12 Fourriers.
1 Tambour de régiment.
8 Musiciens d'état-major.
1 Prévôt de régiment.
5 Plantons.
5 Domestiques.

'otal. 56 têtes.

Le régiment est subdivisé en 18 compagnies comprenant :

10	Capitaines-commandants.	1 par comp^e^.
8	Capitaines en second. . .	
18	*à reporter.*	1 par comp^e^.

Report. 18		1	par comp^e^.
36	Lieutenants	2	—
36	Sous-lieutenants.	2	—
18	Sergents-majors.	1	—
216	Caporaux.	12	—
18	Plantons.	1	—
36	Tambours.	2	—
1,800	Canonniers de 1re classe.	100	— (1).
1,440	*id.* de 2e . . .	80	—
72	Domestiques.	4	—
3,690		205	par comp^e^.
Total 3,746.			

Lorsque la guerre éclate, ces compagnies sont employées soit à garnir chacune deux batteries de campagne, soit auprès d'un parc de siége. Rien n'est déterminé d'avance à cet égard, et c'est au commandant du régiment qu'il appartient exclusivement de décider quelles sont les compagnies à employer à l'un ou à l'autre service. Il résulte de là qu'en temps de paix, l'artillerie de campagne n'a pas à s'occuper de l'administration du matériel de campagne, laquelle incombe exclusivement à la direction du matériel de campagne.

Les tableaux suivants donnent l'effectif en hommes et en chevaux des batteries mobiles, tant de l'artillerie que du train.

(1) La force des régiments, en canonniers des deux classes, est réglée par des décisions périodiques ; en ce moment, elle est celle indiquée ci-dessus.

Tableau du personnel des batteries de campagne et de fusées I. et R. autrichiennes sur le pied de guerre.

INDICATION DU PERSONNEL.	BATTERIES A PIED DE 3 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.	de CAVALERIE de 6 liv.	DE FUSÉES légères.	pesantes.
ARTILLERIE. Officier commandant	1	1	1	1	1	1	1
Artificiers de 1re ou de 2e classe	1	1	1	1	1	1	1
Caporaux	4	4	4	4	4	2	2
Pour le service des pièces: bombardiers	4	4	4	4	4	30	30
Pour le service des pièces: canonniers de 1re et de 2e classe	42	46	54	66	34		
Canonniers de réserve des 2 classes adjoints aux pièces	4	6	6	»	»	»	»
Canonniers de réserve des 2 classes adjoints aux caissons	»	»	»	»	6	»	»
Canonniers de réserve des 2 classes non répartis	4	4	6	8	4	»	»
Domestiques	1	1	1	1	1	1	1
Total	61	67	77	85	55		
TRAIN. Officier	»	»	»	»	1	»	»
Maréchal-des-logis	1	1	1	1	1	1	1
Fourrier	»	»	»	»	1	»	»
Caporaux	1	1	1	1	1	1	1
Vice-caporaux	2	2	2	2	2	2	2
Conducteurs	28	39	42	7	61	36	38
Conducteurs en réserve	»	»	2	42	5	»	»
Domestique	»	»	»	»	1	»	»
Ouvriers maréchaux	2	2	2	2	2	2	2
Ouvriers selliers	1	1	1	1	1	1	1
Total	35	46	51	56	76	»	»
Total général du personnel de l'artillerie et du train	96	113	128	141	131		

Lorsqu'au lieu de l'artificier il y a un officier comme commandant en second, il y a un domestique de plus à

Pour 2 batteries à pied, ou de fuséens il y a en outre en personnel du train : 1 officier, 1 fourrier, 2 conducteurs, 1 domestique ; pour 2 batteries à pied de 3 liv. et de 6 liv., il y de plus 3 conducteurs de réserve. Des quatre caporaux d'artillerie, l'un reste près des caissons de la batterie.

Tableau de l'effectif en chevaux des batteries de campagne et de fusées I. et R. autrichiennes sur le pied de guerre.

EMPLOI DES CHEVAUX.		BATTERIES						
		A PIED DE				de CAVALERIE.	DES FUSÉES	
		3 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.		légères.	pesantes.
CHEVAUX DE TRAIT	pour bouches à feu et chariots à banquette	16	24	32	40	36	24	24
	pour charrettes à munitions (caissons)	16	24	24	24	24	32	36
	pour la forge de campagne	2	2	2	2	2	»	»
	pour la voiture à bagage d'artillerie	4	4	4	4	4	»	»
	pour la voiture à bagage d'officier du train	»	»	»	»	2	»	»
	pour voitures à fourrage à 2 chevaux	4	2	2	4	12	»	»
	pour voitures à fourrage à 4 chevaux	»	4	4	4	»	»	»
	pour fourgons	4	4	4	4	4	»	»
CHEVAUX DE BAT	pour porter les munitions	»	»	»	»	12	»	»
CHEVAUX DE SELLE	pour l'officier d'artillerie	1	1	1	1	1	1	1
	pour les sous-officiers d'artillerie	1	4	1	1	5	3	1
	pour l'officier du train	»	»	»	»	1	»	»
	pour les sous-officiers du train	4	4	4	4	4	3	2
	pour les gardes-chevaux de bât	»	»	»	»	6	»	»
CHEVAUX DE RÉSERVE		4	6	6	6	8	6	6
	Total	56	79	84	94	121	69	70

Pour 2 batteries à pied, 1 cheval de selle et 2 che-

aux de trait en plus pour l'officier du train et sa voiture à bagages.

b. Corps des bombardiers.

Le but de l'institution du corps desbombarbiers est de développer l'instruction théorique et pratique de la partie la plus intelligente du personnel pour recruter le corps d'officiers, et de former les maîtres-artificiers, artificiers et bombardiers nécessaires aux batteries mobiles de campagne, aux parcs de campagne, aux trains de siége, et au service des mortiers des places de guerre.

Nous verrons plus bas, § 29, ce qui se rapporte à l'organisation de l'enseignement, et aux sciences qu'il embrasse; pour le moment nous allons nous occuper seulement de l'organisation militaire de ce corps comme troupe.

Le corps des bombardiers, stationnaire à Vienne, se compose d'un état-major et de 5 compagnies.

L'état-major se compose de :

1 Colonel commandant.
2 Majors commandants des divisions.
1 Officier supérieur ou un capitaine professeur de mathématiques.
1 Officier supérieur, adjudant du directeur général de l'artillerie (1).

(1) Ce n'est que transitoirement que ce poste est occupé aujourd'hui par un lieutenant-feld-maréchal.

2 Artificiers en chef (officiers supérieurs ou capitaines).
5 Artificiers majors (capitaines en second ou lieutenants).
1 Adjudant du corps.
1 Auditeur. *id.*
1 Médecin. *id.*
1 Médecin de bataillon.
2 Médecins adjoints.
1 Comptable du corps.
1 Tambour. *id.*
1 Prévôt. *id.*
7 Plantons.
9 Domestiques.

Chaque compagnie renferme :

1 Capitaine.
1 Lieutenant.
2 Sous-lieutenants.
24 Artificiers de 1re classe.
36 *id.* de 2e. —
6 Cadets I. et R.
131 Bombardiers.
2 Tambours.
1 Planton.
3 Domestiques.

Total. 207 Hommes.

c. Le corps des artificiers ou fuséens.

Ce corps, institué pour confectionner les fusées de guerre, pour garnir les batteries qui les lancent, pour conserver les fusées, les chevalets et tout le matériel qui se rapporte à ce service, se compose sur pied de paix, d'après les fixations de 1836, *d'un état-major*, de 2 *compagnies de campagne*, et *d'une compagnie de laboratoire*. Pour le moment il existe encore 3 compagnies de campagne, mais cette situation ne doit être considérée que comme transitoire.

L'état-major du corps se compose de :

1 Commandant (présentement dans la personne d'un lieutenant-feld-maréchal).
1 Officier supérieur ou un capitaine adjoint.
1 Sous-lieutenant adjudant.
1 Comptable.
1 Garde-magasin de 1re classe.
1 *id.* *id.* de 2e. —
1 Conducteur des travaux.
1 Médecin de bataillon.
2 *id.* adjoints.
3 Fourriers.
6 Munitionnaires.
1 Maître.
1 Contre-maître.
18 Ouvriers.
2 Plantons.
4 Domestiques.

Chaque compagnie de campagne compte :

1 Capitaine.
2 Lieutenants.
2 Sous-lieutenants.
3 Artificiers de 1re classe.
6 *id.* de 2e —
10 Caporaux.
2 Tambours.
90 Fuséens de 1re classe } (1).
70 *id.* de 2e — }
1 Planton.
4 Domestiques.

Total. 191 hommes.

L'effectif d'une compagnie de laboratoire comprend :

1 Capitaine.
1 Lieutenant.
2 Sous-lieutenants.
2 Artificiers de 1re classe.
4 *id.* de 2e —
10 Magasiniers et autant de fuséens que le service en réclame.
2 Tambours.
1 Planton.
3 Domestiques.

En mai 1831 l'effectif du corps des artificiers fut

(1) Ces nombres, comme ceux des canonniers dans les régiments d'artillerie de campagne, ne sont pas fixes d'une manière permanente, mais ils varient suivant les besoins.

porté à 5 compagnies de campagne, 1 de dépôt et 1 de laboratoire. En 1836 on l'a réduit à son état actuel.

4. Artillerie de garnison.

L'artillerie de garnison est chargée du service de l'arme dans les places fortes. Elle est divisée par districts, dont chacun correspond à peu près à une province.

En tout il y a 14 districts indépendants entre eux; ce sont les districts de *Vienne*, *Prague*, *Ofen*, *Olmütz*, *Gratz*, *Lemberg*, *Venise*, *Mantoue*, *Temeswar*, *Peterwardein*, *Carlstadt*, *Carlsbourg*, *Innsbrück* et *Zara*.

Chaque district a un officier supérieur pour commandant. La force du personnel y est réglée selon le nombre de places fortes renfermées dans la province, et suivant les services dont le district est chargé. Cette force est répartie entre les divers postes appartenant au district. Le personnel se subdivise en personnel d'*artillerie*, et personnel d'*arsenaux*, et le district de Vienne comprend en outre un personnel de *fonderie* et un personnel de *forerie*.

Au *personnel d'artillerie* appartiennent les officiers supérieurs, les capitaines, les lieutenants et sous-lieutenants, les artificiers, les caporaux, les canonniers, les plantons des officiers supérieurs et commandants et les domestiques.

Au *personnel d'arsenaux* appartiennent les gardes d'artillerie des 2 classes, les munitionnaires, les maîtres et contre-maîtres, les caporaux de manouvriers, les

compagnons et manouvriers, ainsi que les domestiques attribués aux officiers des arsenaux.

Tous les districts, sauf celui de Vienne, forment et complètent leur personnel au moyen de demi-invalides venant de l'artillerie de campagne. Le district de Vienne au contraire ne comprend que des individus propres à la guerre de campagne, et les hommes de ce district qui tombent dans la classe des demi-invalides, sont envoyés dans les autres.

Chaque commandant de district est chargé de la surveillance des arsenaux et établissements d'artillerie situés dans son commandement. Par conséquent tout le matériel qui s'y trouve est confié à ses soins, ainsi que les poudreries et raffineries de salpêtre. En tout ce qui concerne la partie technique de l'artillerie, les poudreries et raffineries, le commandant de district relève directement de l'administration générale du matériel de l'artillerie.

L'avancement et le passage de l'artillerie de campagne dans l'artillerie de garnison, ainsi que les déplacements d'une garnison à l'autre, dépendent exclusivement du directeur général de l'artillerie.

Dans les ateliers des districts on fabrique les objets nécessaires à l'attaque et à la défense des places, et les munitions nécessaires aux diverses armes. Dans le district de Vienne sont fabriquées en outre toutes les bouches à feu. Les poudres et salpêtres sont sous la direction d'un officier supérieur appartenant au district de Vienne, aidé autrefois par des employés spéciaux sans qualité d'officiers, appelés *commis aux poudres*. Maintenant il ne reste plus qu'un petit nombre de ces employés, qui

ont des grades honoraires d'officiers, et la plus grande partie de ce service n'est plus confiée qu'à des officiers d'artillerie effectifs, choisis dans le personnel des districts où se trouvent les établissements.

L'artillerie de garnison, déduction faite du personnel d'arsenaux, se compose environ de :

236 officiers, 400 sous-officiers et 2,200 canonniers et domestiques.

5. Direction du matériel de campagne.

Cette autorité s'occupe de l'administration et des comptes de tout le matériel de campagne qui se trouve dans les divers dépôts de la monarchie, ainsi que de tout ce qu'il faut aux troupes en cartouches, poudre, plomb, pierres à feu, capsules, etc., tant pour les exercices que pour le passage du pied de paix au pied de guerre. De plus, cette direction administre aussi tous les bâtiments et emplacements employés par l'artillerie à quelque usage que ce soit.

Pour l'exécution des détails relatifs à cette administration, on a établi près de chaque grand dépôt de matériel de campagne dans les provinces une agence stationnaire, et en temps de guerre on adjoint à chaque armée indépendante une agence mobile de la direction, qui se subdivise au besoin en sous-agences selon le nombre des parcs de campagne, et de siége, et des dépôts de campagne à administrer.

En ce moment des agences stationnaires existent à Vienne, Budweis, Prague, Brünn, Olmültz, Lemberg,

Pesth, Gratz et à Vérone. En outre il y a dans cette dernière ville une agence mobile pour le matériel de campagne du corps mobile de troupes qui se trouve en Italie.

La direction du matériel de campagne réside en permanence à Vienne avec son état-major. Le directeur est un officier supérieur détaché du 2e régiment d'artillerie de campagne. L'état-major de la direction se compose en outre de :

1 Adjudant-major.
1 Comptable.
1 Médecin de bataillon.
2 Médecins adjoints.
3 Fourriers.
3 Domestiques.

Le *personnel d'arsenaux* consiste dans son ensemble en :

5 Capitaines.
2 Capitaines en second.
6 Lieutenants.
10 Sous-lieutenants.
8 Gardes d'artillerie de 1re classe.
4 *id*, *id*. de 2e —
45 Munitionnaires.
1 Maître-pontonnier.
8 Maîtres.
51 Contre-maîtres.
218 Compagnons.
12 Caporaux de manouvriers.

57 Manouvriers.
7 Plantons.
33 Domestiques.

En temps de guerre ce *personnel* est renforcé suivant les besoins.

Outre les fonctions énumérées plus haut, le personnel de l'artillerie a encore la direction des manufactures d'armes à feu de Vienne et de la ville de Steyer. Le directeur général est officier supérieur; les directeurs locaux à Vienne et dans la ville de Steyer sont des capitaines. On y emploie comme comptables, un garde d'artillerie de 1re classe à Vienne, et un garde de 2e classe à Steyer.

II. TRAIN D'ARTILLERIE.

Le train d'artillerie est entièrement séparé de l'artillerie en temps de paix. Réuni au train général d'équipages de l'armée, il est sous les ordres d'un chef de corps, subordonné directement au conseil de guerre aulique. Pendant la durée des exercices annuels, on détache près de chaque régiment d'artillerie un nombre de divisions d'attelage déterminé suivant les circonstances.

Le nombre total des divisions d'attelage destinées à l'artillerie n'est même pas nettement déterminé. Actuellement l'artillerie reçoit chaque année pour les exercices 50 divisions du train, dont 30 pour les batteries à pied et 20 pour les batteries de cavalerie. Elles comprennent environ 2,880 chevaux de trait et de selle.

§ 24. *Recrutement.*

L'artillerie, dont la durée du service est fixée à 14 ans comme celle des autres troupes allemandes, se recrute exclusivement dans les provinces allemandes, et cela de manière que la Bohême, qui a le plus de population, en fournisse 2 régiments, l'Autriche, la Moravie et l'Illyrie chacune seulement 1 régiment. L'un des régiments de la Bohême est stationné en Hongrie, et le régiment d'Illyrie, de préférence en Italie.

Autrefois l'artillerie ne prenait pas de recrues dans la levée brute, mais elle complétait son effectif par des choix que les commandants des régiments d'artillerie avaient le droit de faire dans les régiments d'infanterie allemande. Depuis 1806 cette disposition est abrogée, et aujourd'hui non-seulement l'artillerie de campagne, mais aussi le corps des fuséens, qui, lors de sa création se complétait au moyen de canonniers pris dans l'artillerie de campagne, ne reçoivent plus que des recrues provenant directement de la conscription.

Cependant, afin de procurer à l'artillerie le nombre nécessaire d'anciens soldats, on admet le remplacement sous les conditions suivantes. Les soldats ayant 8 ans de service peuvent remplacer des conscrits destinés à l'artillerie, et ceux ayant 13 ans de service sont admis à remplacer des conscrits destinés aux autres armes, pourvu que leur propre temps de service soit expiré avant leur 36e année d'âge accomplie.

D'ailleurs, comme dans l'artillerie l'avancement jusqu'aux plus hauts grades est ouvert sans restriction à chaque canonnier, pourvu qu'il réussisse à satisfaire aux conditions prescrites, cette arme reçoit en foule des volontaires appartenant à la classe moyenne de la société.

Les commissions de recrutement (assentirungs-commissionen) sont composées de :

1 Commissaire de guerre.
1 Médecin de bataillon.
1 Officier d'infanterie par district de recrutement.
1 Officier d'artillerie.
1 Officier de cavalerie.

Les deux derniers de ces officiers exercent leur droit de choisir en prenant pour l'artillerie les hommes les plus intelligents, et pour la cavalerie et le train, ceux dont les occupations antérieures les ont rendus familiers avec les chevaux. Le minimum de la taille des conscrits est de 1 m. 60 (5 pi. 3 po.). On ne s'écarte de cette règle, que lorsqu'avec des qualités supérieures le conscrit offre la probabilité d'un développement physique ultérieur.

§ 25. *Conditions de l'avancement.*

L'avancement jusqu'aux grades les plus élevés est ouvert à chaque artilleur, et, comme nous le verrons au chapitre suivant, l'instruction est graduée dans les diverses écoles de l'artillerie de manière que tout individu, fût-il totalement dépourvu d'instruction théorique première, peut, avec des dispositions et de l'application,

acquérir les connaissances nécessaires aux grades supérieurs.

Ordinairement cependant un canonnier n'arrive par ce chemin au grade de sous-lieutenant, qu'au bout de 18 ans de service, de sorte que s'il est entré à 19 ans, âge auquel le service devient obligatoire en Autriche, il ne devient officier qu'à 37 ans.

En effet, dans les circonstances très-favorables, le canonnier doit servir au moins 2 ans au régiment, et plus de 12 ans dans le corps des bombardiers, avant d'être capable de devenir officier; et alors la nomination n'est pas toujours immédiate, puisqu'elle dépend des circonstances du moment qui réagissent sur la marche de l'avancement.

Du reste le corps d'officiers de l'artillerie I. et R. ne se recrute pas exclusivement dans la classe des conscrits, il se complète aussi au moyen de cadets.

Des fils d'officiers obtiennent les 30 places de cadets I. et R. qui existent au corps des bombardiers, et au bout de 4 à 5 ans d'études assidues ils sont nommés officiers.

Il est vrai que des jeunes gens peuvent entrer aussi dans les régiments comme cadets, et parvenir, s'ils sont bien dirigés et s'il y a des vacances, aux places de cadets I. et R. Mais en général ils doivent avoir à cette fin servi 3 à 4 ans dans les régiments et au corps des bombardiers, car ce n'est que dans des cas tout à fait exceptionnels qu'on en a vu obtenir, immédiatement à leur entrée, des places de cadets I. et R.

Dans l'artillerie ce n'est pas comme dans les autres armes le propriétaire du régiment qui nomme au grade

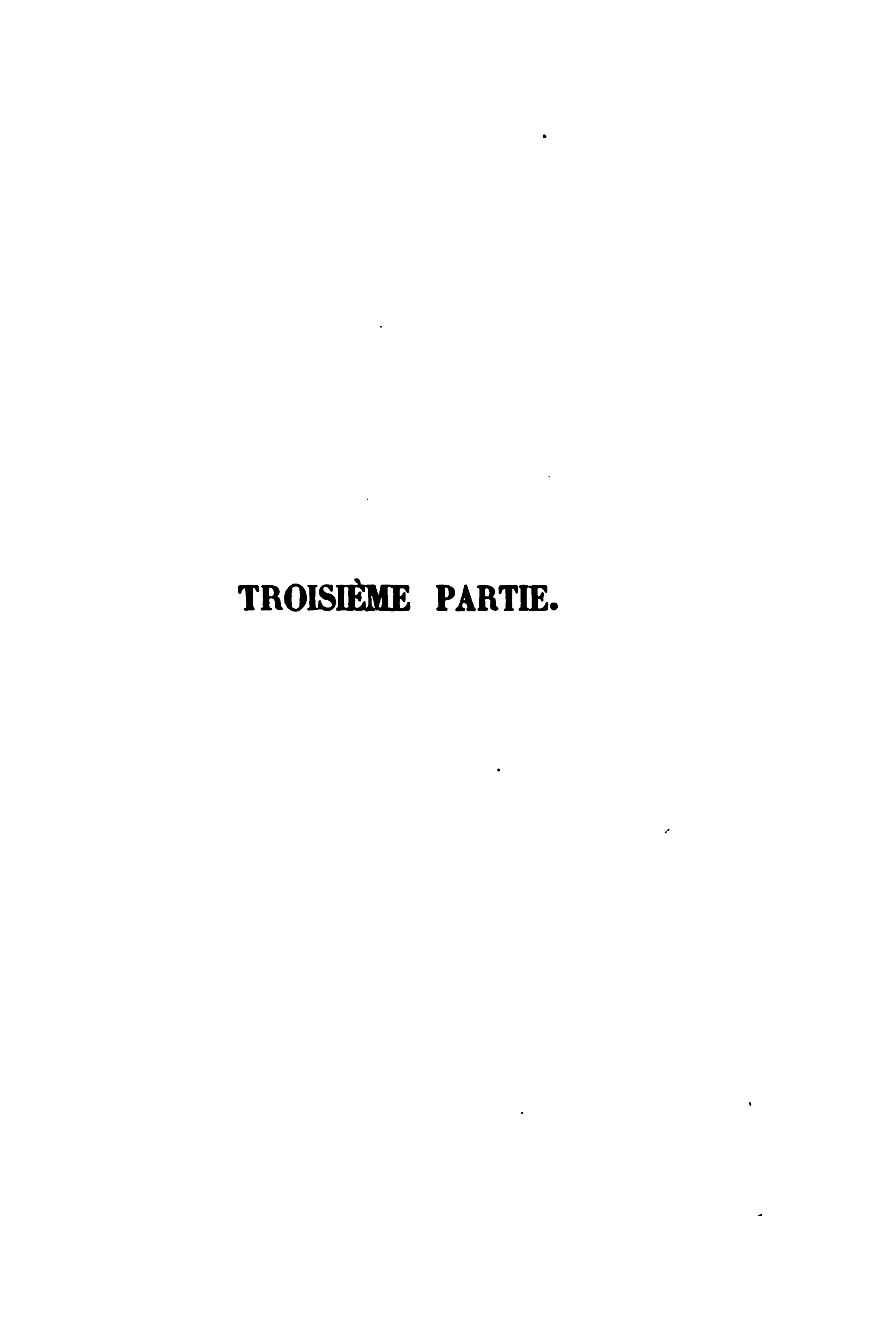
d'officier; c'est le directeur général qui les nomme jusqu'au grade de capitaine inclusivement, et pour l'avancement au grade d'officier les cadets concourent avec les artificiers de première classe pour la proportion de 1 à 4, de sorte que chaque 5ᵉ place d'officier vacante est dévolue à un cadet I. et R.

Le rang d'ancienneté se compte sur tout le corps d'artillerie de campagne, et non par régiment, comme dans l'infanterie et dans la cavalerie. L'avancement par préférence n'a lieu que dans des cas exceptionnels très-rares, lorsqu'une grande supériorité de qualités et de connaissances est généralement reconnue.

La nomination aux grades supérieurs est réservée à l'Empereur, comme dans les autres armes.

Les officiers supérieurs et commandants de l'artillerie de garnison sont classés entre eux par rang d'ancienneté, et ne comptent plus dans la liste des officiers de campagne. Ils n'ont plus d'avancement que dans les cas où il manque dans l'artillerie de campagne des demi-invalides pour occuper les places disponibles. Le personnel du district d'artillerie de Vienne est le seul qui roule pour l'avancement avec l'artillerie de campagne.

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.



TROISIÈME PARTIE.

cible, n'ont lieu que pendant les 5 mois d'été, du 1er mai au 30 septembre, tandis que tout le temps compris entre le 1er octobre et le 30 avril est consacré exclusivement à l'enseignement théorique.

Il existe en fait d'écoles :

1° Des écoles de compagnie, servant à l'instruction théorique des canonniers, et comme écoles préparatoires au degré suivant.

2° Des écoles de régiment, où les canonniers qui se sont distingués dans les écoles de compagnie sont formés au grade de caporal, et d'où l'on tire de nouveau les meilleurs sujets ainsi que les cadets pour le degré supérieur.

3° Le corps des bombardiers, qui est la pépinière des officiers.

§ 27. *Écoles de compagnie.*

Dans chaque compagnie des régiments d'artillerie de campagne, il existe une école qui dure pendant la période désignée au paragraphe précédent. Les officiers et les sous-officiers de la compagnie enseignent. Les élèves sont divisés en 6 classes, où l'objet de l'enseignement est distribué comme suit :

1re Classe. Connaissance des bouches à feu et des diverses munitions. — Confection et paquetage des munitions. —Lecture, écriture, arithmétique élémentaire.

2e Classe. Emploi des bouches, c'est-à-dire chargement et tir, connaissance du pointage et des divers tirs des canons.

3e Classe. Notions élémentaires sur la construction des batteries. — Confection des matériaux de construction des batteries.

4e Classe. Connaissance et emploi des obusiers. — Équipement des obusiers de campagne, et leurs divers tirs.

5e Classe. Développement et suite de ce qui a été enseigné dans la 3e. — Notions sur l'emplacement et l'utilité des diverses batteries, leur tracé sur le terrain et leur construction. — Projets et devis.

6e Classe. Relation entre le diamètre du boulet et le calibre de l'ame, construction des échelles de calibre, avec emploi des proportions et du calcul des racines carrées et cubiques. — Calcul des piles de boulets d'après des formules données. — L'enseignement de la lecture et de l'écriture est continué et développé dans les 6 classes, et joint à l'arithmétique, qui est poussée jusqu'à la limite indiquée dans la 6e classe.

Les hommes qui sont suffisamment instruits dans les matières enseignées dans ces 6 classes, commencent à apprendre le pointage de la pièce, et les fonctions du chef de pièce, et ceux dont l'écriture est parfaitement formée reçoivent quelque instruction du dessin linéaire appliqué à la représentation des bouches à feu et des affûts.

Outre cette instruction donnée aux canonniers, on donne encore dans les écoles de compagnie durant le cours d'études, une heure de répétition par jour aux sous-officiers, sur toutes les branches de l'artillerie et sur le service.

Les canonniers qui ne s'appliquent pas assez à l'étude

sont astreints par punition à suivre encore deux leçons d'artillerie par semaine, dans l'école dite extraordinaire.

Pour faire juger nettement la distribution du temps entre les divers cours qui se donnent dans les écoles de compagnie, nous insérons ci-après le programme d'études d'une compagnie en garnison à Mayence.

Programme d'études à suivre par les compagnies du 1er régiment d'artillerie de campagne en garnison à Prague ou détachées.

TEMPS.	OBJETS D'ÉTUDE POUR LE LUNDI.	MARDI.	MERCREDI.	JEUDI.	VENDREDI.	SAMEDI.
AVANT MIDI, de 8 à 10 h.	Artillerie dans toutes les classes.		Les élèves de la classe convenable apprennent à calculer. Les autres apprennent à lire et à épeler.		1re, 2e, 3e, 4e et 5e classes, artillerie. — Service des bouches à feu. — 6e classe, instruction sur la hausse, et ses échelles.	Nettoyage de l'équipement, de l'armement et du logement.
École des SOUS-OFFICIERS, de 10 à 11 h.	Artillerie. Construction des batteries.	Service.	Artillerie et construction des batteries.		Fonctions du sous-officier et du chef de pièce en campagne.	Artillerie et construction des batteries.
APRÈS MIDI, de 2 à 4 heures	1re, 2e et 3e classes, artillerie; 4e, 5e et 6e, construction des batteries.	1re, 2e, 3e et 4e, artillerie; 3e, construction des batteries; 5e et 6e, dessin des bouches à feu.	Les élèves qui ne savent pas écrire apprennent à épeler et à lire; les autres copient et écrivent sous la dictée, en apprenant l'orthographe et la calligraphie.		Lecture du Code militaire, des règlements de service, de service intérieur, des prescriptions pour le cas d'incendie, des autres prescriptions que les hommes doivent se rappeler.	Visite du médecin et inspection du petit équipement.
École EXTRAORDINAIRE, de 1 à 2 h.	»	Explication des figures géométriques.	»	Explication des figures géométriques.	»	»

Observations. On maintient les objets d'étude ci-dessus jusqu'à ce que les élèves les possèdent parfaitement. Après cela on peut passer à un autre objet. — Chaque mercredi, après l'ordre donné à l'appel général, MM. les commandants des compagnies exerceront leur troupe pendant une demi-heure aux formations en bataille et en colonne. Les compagnies qui, ce jour-là, seraient en service, feront cet exercice le jeudi suivant à la même heure. Il est, du reste, ordonné aux compagnies de ne pas rompre les rangs immédiatement après que l'ordre a été donné, mais de rompre en colonne tantôt par le flanc droit, tantôt par le flanc gauche.

§ 28. *Écoles de régiment.*

Il existe une école de régiment à l'état-major de chacun des 5 régiments d'artillerie, ayant pour but, comme nous l'avons dit plus haut, la formation des sous-officiers et leur préparation pour le corps des bombardiers.

Généralement ce sont 2 officiers du régiment qui remplissent les fonctions de professeurs dans ces écoles; l'un enseigne les mathématiques, l'autre le dessin. Le plus ancien de ces officiers est commandant de l'école, laquelle constitue une subdivision séparée des compagnies.

L'instruction en artillerie, en dessin d'artillerie, et la direction des tirs d'école qui ont lieu dans le semestre d'été, incombent à l'artificier-major du corps des bombardiers détaché au régiment. Un certain nombre de sous-officiers de ce corps lui sont adjoints pour l'aider.

Le cours de l'école régimentaire dure 2 ans. Il comprend comme études préliminaires, l'arithmétique, la géométrie, le dessin d'artillerie et le dessin topographique, les exercices calligraphiques et de style officiel, et un cours d'artillerie plus développé, destiné aux hommes du corps des bombardiers.

A la fin du cours les élèves de régiment sont conduits sur le terrain, et y reçoivent des leçons pratiques de levé du terrain.

§ 29. *Corps des bombardiers.*

Le corps des bombardiers est destiné à fournir les artificiers nécessaires aux batteries de campagne, à servir les obusiers, à former le personnel des laboratoires des dépôts de campagne, à diriger, dans la guerre des siéges, le tir des obusiers et des mortiers, et enfin surtout à servir de pépinière pour recruter le corps des officiers.

I. ENSEIGNEMENT THÉORIQUE.

Afin d'atteindre les divers buts énumérés ci-dessus, on a divisé l'enseignement du corps des bombardiers en deux sections ou cours, nommés *le cours supérieur* et *le cours inférieur*.

Le *cours supérieur* a principalement pour objet de compléter l'instruction des meilleurs sujets du corps, destinés à devenir officiers d'artillerie. Le *cours inférieur* ou *cours pratique*, qui se donne dans les écoles de compagnie du corps, a pour objet de former les hommes aux fonctions qui leur incomberont à la guerre.

1. L'*école du corps* ou le cours supérieur, où des officiers du corps des bombardiers sont employés comme professeurs, est sous la surveillance des officiers supérieurs du corps, et les études sont sous la direction spéciale du professeur de mathématiques et du plus ancien des 2 artificiers en chef. Comme les élèves de ce cours restent à leurs compagnies, et que l'étendue de

Les *élèves de l'école du corps* sont exercés au levé du terrain, des bâtiments, des bouches à feu, et autres appareils de l'artillerie.

Les sous-officiers qui ont fini le cours visitent les divers établissements et dépôts techniques de l'artillerie; les meilleurs d'entre eux font quelquefois un voyage d'une soixantaine de lieues, pour visiter d'autres établissements techniques, des hauts-fourneaux, des ateliers de construction, etc.

En outre le personnel est exercé à l'appréciation des distances, au jugement du terrain au point de vue de l'artillerie, au tracé de l'attaque contre un front de fortification, y compris les batteries, et les manœuvres nécessaires pour les armer. Les manœuvres annuelles d'automne de la garnison de Vienne fournissent le moyen de faire voir encore plus clairement l'emploi de l'artillerie.

Les exercices de tir du corps des bombardiers consistent dans le tir à la cible avec les bouches à feu de campagne, le jet d'obus de tout calibre, le tir à ricochet avec les canons et les obusiers contre une face de demi-lune, le jet des bombes de tout calibre, ainsi que des pierres, des grenades et des balles à éclairer. Les jeunes gens du corps assistent en outre aux exercices de tir à démonter et de tir à boulets rouges, exécutés avec les pièces de siége par le régiment d'artillerie en garnison à Vienne. En outre, presque tous les essais que fait l'artillerie autrichienne, ont lieu avec la participation du personnel du corps des bombardiers, ce qui ne peut que contribuer à compléter les connaissances en artillerie de ce personnel.

CHAPITRE II.

EXERCICES ET MANŒUVRES.

---

§ 30. *Exercices de l'artillerie.*

Tout le personnel de l'artillerie est exercé au service des bouches à feu de tout calibre et de toute espèce, c'est-à-dire de campagne, de place, de siége et de cavalerie, aux travaux de laboratoire, à ceux de réparation et d'entretien, et à la construction des batteries.

L'artillerie ne s'occupe pas de la conduite des voitures, ce service rentrant dans la spécialité des divisions d'attelage qui fournissent les attelages nécessaires non-seulement aux exercices, mais à toute espèce de voiturage. Le personnel et le matériel du train de chaque batterie de cavalerie, ou de chaque couple de batteries à pied est sous la surveillance d'un officier du train.

§ 31. *Formation à pied des compagnies, et instruction à pied des hommes de l'artillerie.*

Les compagnies d'artillerie se conforment dans leur formation à pied au règlement d'exercice de l'infanterie I. et R. Elles s'exercent aux mouvements indispensables pour pouvoir paraître aux parades. Pour servir de base à cette instruction et pour la maintenir dans les limites voulues, on a fait un extrait du règlement d'exercice de l'infanterie, en y ajoutant une instruction pour le maniement du sabre. Ce maniement d'armes, la position du soldat, la marche, font partie de la première instruction des recrues. Quant aux mouvements par compagnies et par bataillons, on s'y exerce ordinairement une fois par semaine durant la saison des exercices.

§ 32. *Instruction du personnel du train dans l'équitation et dans la conduite des voitures.*

L'instruction du soldat du train à cheval et dans les attelages est donnée par les commandants des divisions d'attelage et leurs sous-officiers. L'école du cavalier s'enseigne d'après le règlement de cavalerie. Il n'existe pas d'instruction officielle pour la conduite des voitures ; cette partie de l'instruction est donc abandonnée aux soins des commandants de divisions d'attelage.

§ 33. *Service des bouches à feu.*

I. NOMBRE DE CANONNIERS EMPLOYÉS AU SERVICE DES BOUCHES A FEU DES DIVERS CALIBRES.

DÉSIGNATION DES BOUCHES A FEU.		BOMBARDIERS.	CANONNIERS des 2 classes.	CANONNIERS de réserve.
A. Artillerie à pied.	Canon de 3 liv.	»	7	1/2
	Id. 6 liv.	»	8	1
	Id. 12 liv.	»	10	1
	Id. 18 liv.	»	12	»
	Obusier de 7 liv. court	2	7	1
	Id. 7 liv. long	1	10	1
	Id. 10 liv.	2	9	»
B. Artillerie de cavalerie.	Canon de 6 liv.	»	6	»
	Obusier de 7 liv.	2	5	»

II. FONCTIONS DES SERVANTS ET RÉPARTITION DES ARMEMENTS.

A. *Artillerie à pied.*

Canon de 3 liv. 7 hommes.

N° 1. *Canonnier*, introduit la charge, ôte et remet le tampon; il a un sac à charges.

N° 2. *id.* manie l'écouvillon; il est chargé du placement de la cheville de pointage mobile.

N° 3. *Canonnier de 1re classe, pointeur*, pointe, amorce et commande feu. Il a un sac à étoupilles avec dégorgeoir.

N° 4. *Canonnier*, met le feu, ôte et remet la chaîne d'embrelage. Il a le boute-feu ou le porte-lance.

N° 5. *id.* donne la direction. Il a le levier de pointage.

N° 6. *id.* surveille la charrette à munitions et délivre les munitions.

N° 7. *id.* surveille et dirige l'avant-train, attache et replace la prolonge ainsi que la corde porte-timon; il n'a pas d'armements.

N° 8. *id.* quand il existe, reste en réserve près de la charrette.

Canon de 6 liv., 9 hommes.

Les fonctions des nos 1 à 7 sont les mêmes qu'au canon de 3 liv.; n° 7 a un sac à charges.

N° 8. *Canonnier*, est pourvoyeur. Il a un sac à charges.

N° 9. *id.* En réserve, comme n° 8 à la pièce de 3 liv.

Canon de 12 liv., 11 hommes.

Les fonctions des nos 1 à 8 sont les mêmes qu'au canon de 6 liv.; nos 9 et 10 aident aux roues pour la mise en bataille et en batterie.

N° 11, en réserve, comme n° 9 à la pièce de 6 liv.

Canon de 18 liv., 12 hommes.

Nos 1 à 11, comme au canon de 12 liv.

N° 12 aide n° 5 à déplacer la crosse pour donner la direction.

Obusier de 7 liv. *court*, 10 hommes, dont 2 bombardiers.

Les fonctions et la répartition des armements des nos 1 à 8 sont les mêmes qu'au canon de 6 liv., sauf les différences suivantes :

N° 1, outre le sac à charges, a encore une manchette.

N° 6 est muni d'un couteau pour décoiffer les fusées des obus.

N° 10, en réserve, comme n° 9 au canon de 6.

Obusier de 7 liv. *long*, 12 hommes, dont 1 bombardier ou un canonnier capable de le remplacer. Les fonctions et les armements sont distribués comme au canon de 12 liv. N° 12, qui compte comme réserve, aide à porter des obus.

Obusier de 10 liv., 11 hommes.

Comme à l'obusier de 7 liv. Il n'y a pas de servant de réserve.

Nos 10 et 11 ont les fonctions de nos 9 et 10 au canon de 12 liv.

B. Artillerie de cavalerie.

Canon de 6 liv, 6 hommes.

Nos 1 à 5, fonctions et armements comme au canon ordinaire de 6 liv.

N° 6 apporte à n° 1 les munitions des chevaux de bât. Il a un sac à charges.

Obusier de 7 liv., 7 hommes, dont 1 bombardier.

Nos 1 à 5, comme au canon de 6 liv., sauf que n° 1 a une manchette.

N° 6 passe les munitions à n° 1 ; il a un sac à charges.

N° 7 apporte les munitions des chevaux de bât et les remet à n° 6. Il remet la corde porte-timon au conducteur de derrière et l'aide à l'accrocher. Il a un sac à charges.

III. DISTRIBUTION DES SERVANTS POUR L'EXERCICE AUX BOUCHES A FEU NON ATTELÉES.

1. Placement derrière la pièce.

Les servants se placent sur 2 rangs à 4 pas derrière la tranche, le centre du peloton sur le prolongement de l'axe de la pièce.

La batterie marchant en bataille en avant, la ligne des voitures suit le mouvement à 40 pas, comptés de la tête des chevaux aux tranches des bouches à feu. Dans la marche en bataille en retraite cette distance est comptée des fourragères de la ligne des voitures aux têtes des chevaux d'attelage des bouches à feu. Dans l'artillerie de cavalerie, les chevaux de bât porte-munitions conservent dans les mêmes cas une distance de 15 pas des tranches des pièces, ou des têtes des chevaux d'attelage.

La disposition des servants derrière les pièces des divers calibres résulte des fig. 88 à 96.

2. Prendre les postes et s'équiper.

A. *Artillerie à pied.*

a. Canon de 8 liv.

(Fig. 88.)

Au commandement :

Garde à vous!

Les conducteurs qui peuvent se trouver pied à terre montent à cheval.

A vos pièces!

N° 3 se place par un demi-tour à droite au 2e rang qui a fait demi-tour aussi, et ces 5 (4) hommes (1) se rendent au pas redoublé vers le caisson, le dépassent par la droite et conversent à gauche. N° 6 ouvre le caisson et distribue les armements et les munitions. N° 3 reçoit son sac à étoupilles avec les étoupilles, et se le boucle autour du corps. En outre il prend sous le bras pour n° 1 un sac à charges contenant 6 coups.

N° 4 reçoit les boute-feux ou le porte-lance, des lances et la prolonge.

N° 7 reçoit un sac à charges avec 6 coups et la corde porte-timon.

N° 8, lorsqu'il existe, aide n° 6 et reste près du caisson.

(1) Lorsqu'il n'y a que 7 servants, n° 7 appuie contre n° 6 à ce commandement. (*Note de l'auteur.*)

N° 3, 7 et 4 se forment ensuite devant les chevaux et retournent à la pièce.

Pendant que ces n^{os} ont été occupés au caisson, les n°s 1, 2 et 5 ont débouclé et ôté le tampon et le couvre-lumière, placé l'appareil de pointage de la position de route dans celle de tir, n° 1 pesant à cette fin sur le bourrelet, et n° 5 soulevant d'une main le bouton de culasse, levant l'appareil, et indiquant à n° 2 dans quel trou il doit placer la cheville de pointage mobile.

Tous les n^{os} prennent ensuite les positions suivantes à la pièce :

N° 1 à hauteur du devant de la roue du côté sous-verge de l'avant-train, à 30 centimètres en dehors de la fusée d'essieu. Il reçoit de n° 3 le sac à charges avec les munitions.

N° 2, après avoir débouclé l'écouvillon et le levier de pointage, et passé ce dernier à n° 5, prend l'écouvillon, le porte verticalement du bras gauche, et s'aligne vis-à-vis de n° 1, à 30 centimètres en dehors de la fusée du côté montoir.

N° 3 remet en passant le sac à charges à n° 1, reçoit de n° 4 la prolonge, et la fixe à l'aide de ce dernier sous l'avant-train. Il se place du côté sous-verge à hauteur du 1er renfort, à 30 centimètres en dehors des fusées.

N° 4 aide à fixer la prolonge, et se place du côté montoir, à 30 centimètres en dehors des fusées, à hauteur de n° 3.

N° 5 reçoit de n° 2 le levier de pointage et le porte dans le bras gauche le bout ferré en bas, à 20 centimètres du sol. Il se place du côté sous-verge à hauteur de l'essieu de l'avant-train, à 30 centimètres en dehors de la fusée.

N° 6, après avoir distribué les armements et les munitions, se place du côté montoir et à hauteur du milieu du caisson, front vers la pièce.

N° 7 se rend à la droite du cheval sous-verge de derrière, passe la corde porte-timon au conducteur de derrière, et lorsque ce dernier l'a fixée au crochet du collier du porteur, passe l'autre bout sous le timon et le remet au conducteur qui le noue au crochet du collier du sous-verge. La pièce étant mise en batterie, le timon se trouve ainsi soutenu à 60 centimètres de terre. Ensuite n° 7 se place à 4 pas en dehors du timon, à côté du cheval sous-verge.

N° 3 reste au caisson, et s'y place derrière n° 6.

Les n^{os} placés à la pièce font tous front vers les chevaux.

b. Canon de 6 liv.

(Fig. 89.)

Au commandement :

A vos pièces!

Comme à la pièce de 3 liv., sauf que n° 4 fait aussi demi-tour à droite, et se place à côté du n° 6, qui a appuyé contre n° 8.

Voici les autres différences :

N° 1 ne reçoit pas de sac à charges de n° 3, qui par conséquent n'en reçoit pas non plus au caisson.

N° 7 reçoit encore au caisson un sac à charges avec 4 coups.

N° 8 reçoit également un sac à charges avec 4 coups,

et se place à côté de n° 1 auquel il passe les munitions nécessaires à la charge.

N° 9 remplit les fonctions de n° 8 à la pièce de 3 liv.

c. Canon de 12 liv.

(Fig. 90.)

Les fonctions des n°s 1 à 8 sont les mêmes qu'à la pièce de 6 liv., sauf que n° 4 n'a pas besoin d'entrer au 2e rang, et que n°s 7 et 8 ne prennent chacun que 2 coups dans leurs sacs à charges.

N° 9 se place du côté sous-verge, à hauteur, et à 30 centimètres en dehors de la fusée d'essieu de l'affût.

N° 10 se rend près de la bouche, aide n° 1 à peser sur la volée, et se place ensuite du côté montoir, à 30 centimètres en dehors de la fusée d'essieu de l'affût, aligné avec n° 9.

N° 11 se place au caisson derrière n° 6 et, au moyen de son sac à charges, porte des munitions aux n°s 7 et 8, qui viennent les prendre à hauteur de l'avant-train.

d. Canon de 18 liv.

(Fig. 91.)

Tous les n^{os} de 1 à 11, comme à la pièce de 12 liv., sauf que n° 2, outre l'écouvillon et le levier de pointage, détache aussi le croisillon du levier de pointage et le passe à n° 12, qui le prend dans le bras droit, et va se placer du côté montoir, à hauteur de l'essieu de l'avant-train, aligné avec n° 5.

e. Obusier de 7 liv. court.

(Fig. 92.)

La distribution des postes et des armements pour les n°s 1 à 8 comme à la pièce de 6 liv., sauf que les n°s 1, 7 et 8 reçoivent un sac à charges.

f. Obusier de 7 liv. long.

(Fig. 93.)

La distribution des postes et des armements comme à la pièce de 12 liv., sauf que le n° 12, qui est en plus ici, se place derrière la pièce entre n°s 4 et 6. En se rendant à la pièce, n° 8 se place en dehors à côté de n° 3, n° 11 en dehors à côté de n° 6, et n° 12 à la place de n° 11, derrière n° 6.

N° 9 reste au caisson en dehors de n° 6.

N° 10 se place au caisson derrière n° 6 et agit comme n° 9 au canon de 6 liv.

g. Obusier de 10 liv.

(Fig. 94.)

Les n°s 1 à 9 agissent comme à l'obusier de 7 liv., sauf que n° 4 n'a pas besoin d'entrer au 2e rang.

Les n°s 10 et 11 prennent les postes que les n°s 9 et 10 occupent au canon de 12 liv.

B. *Artillerie de cavalerie.*

a. Canon de 6 liv.

(Fig. 95.)

Nos 1 à 5 comme au canon de 6 liv. ordinaire, sauf que les servants reçoivent les armements du coffre de banquette. N° 3 l'ouvre, se boucle le sac à étoupilles autour du corps, et prend 2 sacs à charges et la corde porte-timon pour nos 1 et 6.

N° 6 occupe le poste de n° 7 au canon de 6 liv. ordinaire.

b. Obusier de 7 liv.

(Fig. 96.)

Nos 1 à 6 comme à la pièce de 6 liv.

N° 7, après avoir reçu un sac à charges de n° 3, se place à côté du cheval sous-verge de devant.

IV. FAIRE MONTER LES SERVANTS DES BATTERIES A PIED DE 6 LIV. ET DE CELLES DE CAVALERIE.

1. Batteries à pied de 6 liv.

A. *Canon de 6 liv.*

(Fig. 97.)

Au commandement :

Garde à vous ! préparez-vous à monter !

N° 1 retourne au caisson; il ne monte pas, mais suit la batterie au pas.

N° 2 se place du côté montoir près de la roue de l'avant-train, lui faisant face.

N° 3 saisit la prolonge par le milieu; y fait une boucle qu'il suspend au 2° crochet porte-armement, afin que le cordage ne s'engage pas entre la crosse et la sassoire. Il se place ensuite à droite de n° 5, front à l'avant-train.

N° 4 place ses boute-feux dans les douilles porte boute-feux, et se rend près du cheval sous-verge de derrière en passant derrière la pièce.

N° 5 fait un à gauche vers l'avant-train.

N° 6 ferme le couvercle du caisson, et se rend près du cheval sous-verge de devant du caisson.

N° 7 complète auprès du n° 8, son sac à charges à 4 coups, et le suspend du côté sous-verge aux crochets de la tringle garde-corps; il le boucle au crampon inférieur, assez fort pour qu'il ne puisse ballotter, et que le rabat ne puisse se lever; puis il se place à côté du cheval sous-verge de devant.

N° 8 complète à 4 coups le sac à charges de n° 7, retourne près du caisson, et se place du côté sous-verge, près de la roue de devant.

Comme les n°° 7 et 8 alternent en apportant les munitions, ils alterneront également pour monter, c'est-à-dire celui qui se trouve à côté de n° 1, monte sur le cheval sous-verge de devant de la pièce, et l'autre monte sur le siége du caisson.

N° 9 suit la batterie au pas avec n° 1.

Au commandement :

Montez!

N° 2 monte sur l'avant-train par le côté montoir, n°s 3 et 5 par le côté sous-verge, de manière que n° 3 se trouve assis au milieu.

N° 3 tient l'écouvillon et n° 5 le levier de pointage, en travers sur les genoux, où les 3 servants les maintiennent pendant le mouvement de la batterie.

N° 4 monte sur le cheval sous-verge de derrière de la pièce, n° 7 sur celui de devant, n° 6 monte sur le cheval sous-verge de devant du caisson, et n° 8 sur le siége.

B. *Obusier de 7 liv.*

(Fig. 98.)

Au commandement :

Garde à vous! Préparez-vous à monter!

N° 1 se rend près du cheval sous-verge de devant, et fait glisser son sac à charges autant que possible en arrière.

N°s 2, 3, 4, 5 et 6, comme au canon de 6 liv. N° 7 ou le n° qui occupe sa place dans le moment, accroche et boucle son sac à charges contenant deux obus, à la tringle garde-corps, comme il a été dit plus haut, et se rend ensuite du côté sous-verge, près de la roue de devant du caisson.

N° 8 ou le n° qui se trouve à côté de n° 1, se rend, s'il y a lieu, au caisson pour compléter ou réduire à 1 obus le contenu de son sac à charges, après quoi il va à l'avant-train, et y fixe son sac à charges du côté montoir à

la tringle garde-corps. Ensuite il fait le tour de l'affût pour se rendre près du siége du coffret d'affût.

N° 9 se rend à l'avant-train, où il fixe à la tringle garde-corps, comme n° 8, son sac à charges garni de 2 obus, après quoi il retourne près du caisson. Ce n° et n° 10 suivent la batterie à pied.

2. Batteries de cavalerie.

(Fig. 95 et 96.)

La construction des affûts de cavalerie est suffisamment connue par les § 5 et 6, et par les figures 26 à 49.

Dans les manœuvres, il est de règle que la prolonge reste constamment attachée, que l'affût soit ou non sur l'avant-train.

La possibilité en résulte de la description donnée au §. 10.

La pièce étant sur l'avant-train, le milieu de la prolonge, plié en boucle, est lancé par n° 5 autour du contre-troussequin de banquette, afin que pendant la marche le cordage ne puisse s'engager entre la crosse et la sassoire. (V. fig. 49.)

Sur la banquette se placent les nos 1 à 5, n° 1 appuyant le dos contre le troussequin (du côté de la pièce), et les autres étant assis en file devant lui, face aux chevaux.

N° 6 monte sur le cheval sous-verge de devant de la pièce de 6 liv., ou sur le cheval sous-verge de milieu de l'obusier, n° 7 montant sur le cheval sous-verge de devant de cette dernière bouche à feu. Chaque numéro garde constamment ses armements.

N° 1 a glissé son sac à charges sur le ventre, et le maintient dans cette position pendant qu'il est assis sur la banquette.

N° 2 place l'écouvillon transversalement devant lui, le milieu de la hampe sur la banquette.

N° 4 tient les 2 boute-feux dans la main gauche, les dirigeant en dehors et en arrière.

N° 5 tient le levier de pointage comme n° 2 tient l'écouvillon.

N° 6 porte le sac à charges pendant à gauche.

A la 1re partie du commandement :

Mon..... tez!

un peu allongée, les servants posent un pied sur la planche marche-pied comme il va être expliqué, et à la 2e partie du commandement ils passent l'autre par-dessus la banquette en s'asseyant.

Ces mouvements s'exécutent comme suit :

N° 1, du côté sous-verge, et n° 2 du côté montoir, s'approchent du troussequin de banquette l'un vis-à-vis de l'autre ; le premier place le pied droit, le second le pied gauche sur la planche marche-pied; ils se tendent et saisissent les mains droites et appuyant fortement contre la banquette le genou de la jambe qui est sur le marche-pied, ils s'élancent en passant par-dessus la banquette l'autre jambe dont ils ont soin de retirer le genou tout près du corps.

Les nos 3 et 4 se placent de même vis-à-vis du milieu de la banquette, et l'enfourchent de la même manière.

N° 5 s'appuie de la main droite sur le bout supérieur du levier de pointage et de la main gauche sur le

contre-troussequin, s'élance en quittant le sol des deux pieds, et s'assied en passant la jambe gauche par-dessus la banquette.

N° 6, et à l'obusier, nos 6 et 7, se rendent à la droite des chevaux sous-verge de devant et de milieu, glissent leurs sacs à charges et leurs sabres autant que possible en arrière, et montent à cheval. Dès qu'ils ont pris les rênes dans la main gauche, ils ramènent de la main droite le sac à charges devant le corps, et l'y maintiennent.

Après le commandement *halte!* les servants descendent de la banquette au commandement :

Pied à..... terre!

prononcé en 2 temps dont le premier est allongé. A cette première partie du commandement les nos 1, 2, 3 et 4 se lèvent en portant le poids du corps sur le pied par lequel ils sont montés ; ils dégagent l'autre pied en avançant un peu l'épaule opposée, position qui leur permet, à la 2e partie du commandement, de s'élancer du pied appuyé sur la planche marche-pied pour sauter chacun de son côté hors de la voie des roues.

N° 5 place, à la première partie du commandement, son pied droit sur le marche-pied du flasque du côté sous-verge, pose le pied gauche sur le flasque du côté montoir, et se lève en s'appuyant des deux mains sur le levier de pointage posé à terre du côté droit.

N° 6, et à l'obusier, nos 6 et 7, sautent à terre par la droite des sous-verge.

V. METTRE EN BATTERIE ET PRENDRE LES POSTES A LA PIÈCE EN BATTERIE.

Dans l'artillerie autrichienne on met en batterie et en bataille soit en avant, soit en arrière, en tournant l'affût dans le 1er cas.

Pour mettre en avant en batterie, on commande :

Halte!

En batterie! Front!

Pour mettre en arrière en batterie, on commande :

Halte!

En batterie!

Pour marcher en avant, étant en batterie, on commande :

Cessez le feu!

En avant en bataille!

Pour marcher en arrière, étant en batterie, on commande :

Cessez le feu!

En bataille!

La mise en batterie et en bataille a lieu pour tous les calibres au moyen du levier de pointage. Aux bouches à feu de l'artillerie à pied, on le passe dans l'anneau-touret de pointage; aux bouches à feu de cavalerie, on le passe dans les anneaux porte-crosse; deux hommes peuvent agir ainsi à chaque bout du levier.

Après chaque mise en batterie on conduit la pièce à

bras en avant, avant de charger. Dans l'artillerie autrichienne on appelle cela *conduire la pièce en batterie*, et le but de cette manœuvre est d'amener les deux roues sur une ligne de niveau.

Voici maintenant les fonctions des servants pour mettre en batterie et en bataille les bouches à feu des divers calibres :

1. Artillerie à pied.

A. Canon de 3 liv.

a. En avant en batterie.

(Fig. 99 et 100.)

Les servants occupent les postes indiqués plus haut (III, 2).

N° 1 saisit la bouche de la main gauche, pour empêcher la bascule ou le choc de la culasse sur l'appareil de pointage, et aide à tourner la pièce.

En batterie, il se place front à la pièce, l'épaule droite à hauteur de la tranche, à 30 centimètres en dehors de la fusée.

N° 2, pour avancer la pièce en batterie, prend l'écouvillon dans la main droite et agit de la gauche sur les rais.

En batterie, il se place front à la pièce, l'épaule gauche à hauteur de la tranche, à 30 centimètres en dehors de la fusée d'affût.

N° 3 se porte au flasque gauche, le saisit par-dessous de la main gauche, et aide à soulever et à tourner

l'affût à droite. Pour avancer la pièce en batterie, il pousse aux rais, et commande : *halte!* quand elle est arrivée au point convenable du terrain et de l'alignement général de la batterie.

Il se place ensuite vis-à-vis du 1er renfort, aligné avec n° 1.

N° 4 défait la chaîne d'embrelage et la jette par-dessus l'armon du côté montoir ; il tourne ensuite l'anneau-touret de pointage, de manière que n° 5 puisse y introduire le levier de pointage, prend ce levier dans le pli des deux bras, le dos tourné vers la pièce, aide à lever la crosse et à tourner l'affût en reculant ; il pose la crosse légèrement à terre, aide, comme n° 3, à conduire la pièce en batterie, et se place, les boute-feux dans la main gauche, vis-à-vis de n° 3, et sur l'alignement de n° 2.

N° 5 introduit le levier de pointage jusqu'en son milieu dans l'anneau-touret de pointage, se place et lève comme n° 4. Dès que la pièce est tournée, et la crosse posée à terre, il tourne le levier de pointage en le retirant assez pour pouvoir en engager le bout ferré dans l'anneau fixe de pointage ; il soulève ensuite la crosse pour aider à conduire la pièce en batterie, lâche le levier et se place à gauche, à hauteur de son extrémité, sur l'alignement du n° 3.

N° 6 conduit le caisson et distribue les armements et les munitions. Il se place du côté porteur, à hauteur du milieu de la voiture, front à la pièce.

N° 7 conduit l'avant-train, et fait soulever le timon par le conducteur de derrière pendant qu'on met en batterie. Dès que la cheville ouvrière est dégagée, l'a-

vant-train avance au trot 3 à 4 pas, fait demi-tour à gauche, prend le pas dès qu'il a dépassé la pièce, continue jusque près du caisson, y fait une seconde fois demi-tour à gauche, se couvre de la pièce en s'en rapprochant, et s'arrête à 10 pas, comptés de la tête des chevaux à la crosse.

N° 7 se place du côté montoir, à hauteur de l'essieu de l'avant-train, sur l'alignement de nos 5, 3 et 1.

N° 8 reste au caisson, derrière n° 6.

b. En arrière en batterie.

S'exécute comme l'en avant en batterie, sauf que la pièce n'est pas tournée.

N° 7 conduit immédiatement l'avant-train en arrière, jusqu'à ce que la sassoire soit à 10 pas de la crosse. Ni l'avant-train, ni le caisson ne fait front à l'ennemi.

N° 7 prend de nouveau les nos impairs pour chefs de file, de sorte que cette fois il se trouve placé du côté sous-verge. Tous les servants placés à la pièce en batterie font face à la pièce.

La charge s'exécute au commandement :

Chargez !

Au commandement *Feu !* les nos 1 et 2 font un grand pas de côté vers l'essieu, pour se ménager l'ouïe.

Au 5e coup de canon, n° 7 apporte des cartouches à n° 1, va compléter ses 6 cartouches au caisson, et reprend sa place à côté de l'avant-train. Ce n'est qu'en cas d'une nécessité subite et imprévue de tirer à balles

qu'il prend quelques coups dans l'avant-train, et alors il les remplace immédiatement par un nombre égal de coups pris dans le caisson.

B. Canon de 6 liv.

(Fig. 101 et 102.)

Les nos 1 à 7 agissent comme à la pièce de 3 liv., sauf que n° 2 saisit la bouche de la main droite en se conformant à ce qui a été dit pour le n° 1.

N° 8 ne fait que suivre le demi-tour de la pièce, se place ensuite derrière n° 1, et prend une cartouche dans la main droite.

Pendant le feu, n° 8 alterne tous les 4 coups avec n° 7. Le pourvoyeur relevé à la pièce se rend au caisson pour compléter son approvisionnement, et vient près de l'avant-train, où il attend le moment de remplacer celui dont le sac est vide.

La batterie s'étant avancée en voiturant les servants et le caisson n'étant pas arrivé au moment de la mise en batterie, si n° 7 n'est pas suffisamment pourvu de munitions, n° 5 prend dans le coffre d'avant-train celles qu'il faut, et les passe à n° 7.

C. Canon de 12 liv.

(Fig. 103.)

Les nos 1 à 8 comme à la pièce de 6 liv. N° 9 saisit un rais, et aide à tourner la pièce et à la conduire en bat-

terie. Il se place ensuite à hauteur de la fusée d'essieu, front à la pièce.

N° 10, au commandement fait pour la mise en batterie, se porte au flasque droit et le saisit en dessous près de l'entretoise de crosse; il aide à lever et à tourner la crosse; dès que la crosse est posée à terre, il se place à la roue, vis-à-vis de n° 9, et agit aux rais pour avancer la pièce en batterie. Pendant le feu, il reste face à la pièce à hauteur de la fusée d'essieu.

Lorsque le terrain est fortement détrempé, on peut aussi tourner la pièce et la conduire en batterie au moyen des attelages; pour cela, dès que la crosse est posée à terre, n° 7 fixe la prolonge au moyen de laquelle l'attelage tourne la pièce, et la conduit en arrière en batterie.

Les n°s 7 et 8 alternent entre eux tous les 2 coups.

N° 11 porte les munitions du caisson vers l'avant-train.

D. Canon de 18 liv.

(Fig. 104.)

Le service de la pièce de 18 liv. est tout à fait analogue à celui de la pièce de 12 liv., sauf que le n° 12 entre aussi en fonction, et reçoit de n° 2 le croisillon du levier de pointage lors de la distribution des armements.

Pour mettre en batterie :

N° 4 saisit le dessous de la crosse de la main droite, et aide à lever.

N° 8 ôte et remet la cheville ouvrière (après avoir aux affûts du nouveau modèle abattu l'anneau mobile d'embrelage).

Les n°s 9 et 10 aident à lever la crosse, le premier à côté de n° 5, et le second à côté de n° 12.

N° 12 tourne l'anneau-touret de pointage, laisse tomber le croisillon dans le pli du bras gauche, passe les deux bras sous le levier de pointage, et aide comme n° 4 à la pièce de 3 liv. Ensuite il introduit le croisillon dans l'œillet du levier de pointage qu'il fixe. Pour donner la direction, n° 5 saisit le croisillon de la main gauche et le levier de la droite, et n° 12 fait l'inverse. La direction étant donnée, ces deux hommes s'éloignent du levier de pointage et ils y reviennent lorsque le coup est parti.

E. Obusier de 7 liv.

a. Obusier court.

(Fig. 105.)

La position des servants et la mise en batterie, comme à la pièce de 6 liv. La pièce étant placée, n°s 7 et 8 vont recevoir au caisson 2 obus ou 2 boîtes à balles; mettant l'un de ces projectiles dans le sac à charges et l'autre sur le bras gauche, ils reviennent prendre leurs postes comme à la pièce de 6 liv.

N° 9 prend hors du caisson les munitions demandées, et portant les projectiles sur le bras, il se place à côté de n° 7 à l'avant-train.

La batterie s'étant avancée en voiturant les servants, et le caisson n'étant pas à portée lors de la mise en batterie, le feu s'ouvre au moyen des 5 obus qui se trouvent dans les sacs à charges bouclés à la tringle garde-corps de l'avant-train. Jusqu'à ce que les servants restés en arrière aient rejoint la batterie, les nos 7 et 8 vont prendre eux-mêmes les munitions au caisson, et cumulent les fonctions de n° 9 avec les leurs.

b. Obusier long.

(Fig. 106.)

La position des servants à la pièce est la même qu'au canon de 12 liv.

Les nos 1 et 3 ne reçoivent pas de sacs à charges ni de manchette; nos 7, 8 et 11 agissent comme nos 7, 8 et 9 à l'obusier court, et le servant de réserve n° 12, comme n° 4 à l'obusier court.

N° 11 se place près de l'avant-train, en dehors de n° 7, et n° 12 au caisson, derrière n° 6.

Pour charger, n° 1 reçoit une charge de n° 8, et s'avance pour l'introduire comme au canon. Afin de faciliter à n° 2 l'introduction des petites charges au fond de l'âme, n° 1 replie sur le dessous de la tranche l'étoffe qui dépasse la ligature du sachet. Pendant que n° 2 refoule la charge, n° 1 reste à sa place et reçoit de n° 8 le projectile, qu'il introduit dans la bouche après la sortie de l'écouvillon, puis il fait un pas en arrière.

N° 2 en refoulant les petites charges appuie fortement le bord inférieur de la tête du refouloir sur l'é-

toffe excédante du sachet, et maintient la pression sur le dessous de l'âme en appuyant la hampe contre la partie supérieure de la bouche pendant l'introduction de la charge. Cette précaution a pour objet d'empêcher la petite charge de se renverser dans l'âme. De plus, n° 2 ne doit retirer le refouloir qu'après que n° 3 a saisi la charge au moyen du dégorgeoir, parce que sans cela les petites charges s'éloignent facilement du fond de l'âme.

En refoulant l'obus, n° 2 doit avoir soin que la fusée corresponde à la cavité que porte à cet effet la tête du refouloir, et presser doucement l'obus contre la charge.

F. Obusier de 10 liv.

(Fig. 107.)

Les positions et les fonctions des servants pendant la mise en batterie sont les mêmes qu'au canon de 12 liv., sauf que n° 11, au lieu de n° 9, se place à la roue du côté sous-verge, pour aider à tourner la pièce, tandis que n° 9 se place, comme à l'obusier de 7 liv., à côté de n° 7 à l'avant-train, et remplit également les mêmes fonctions qu'à cet obusier. La mise en batterie se fait, comme au canon de 18 liv., par l'enlèvement de la cheville ouvrière.

2. Artillerie de cavalerie.

Dans les batteries de cavalerie la mise en batterie a lieu aux commandements :

Pied..... (à) terre! ou bien :

Pied..... (à) terre!

Front!

suivant qu'il s'agit de mettre en arrière ou en avant en batterie.

Nous avons vu déjà (IV, 2) comment les servants mettent pied à terre. Reste donc à décrire la mise en batterie.

A. Canon de 6 liv.

a. En arrière en batterie.

(Fig. 108.)

Comme la prolonge reste toujours attachée et se trouve enlacée autour du contre-troussequin de banquette quand la pièce est en bataille, il est nécessaire, pour l'empêcher d'accrocher pendant la mise en batterie, et pour pouvoir promptement détacher la chaîne d'embrelage, que n° 3 tienne dans la main gauche la boucle de la prolonge après l'avoir dégagée du contre-troussequin, et tire vers en haut le T de la prolonge qu'il saisit de la main droite. En même temps n° 5 a passé le levier de pointage dans les anneaux de crosse par-dessus la prolonge. N° 4 dégage ensuite la chaîne d'embrelage de l'anneau d'embrelage, laisse le conducteur de derrière soulever le timon et avancer avec l'avant-train, et aussitôt que la cheville ouvrière est dégagée, aide les n° 2, 1 et 3 à descendre la crosse à terre. Ces servants se placent à cette fin comme suit :

N° 4, comme au canon de 3 liv., n° 1 en dehors de n° 5, n° 2 en dehors de n° 4, en appliquant l'écouvillon le long du levier de pointage pour aider des deux bras à descendre la crosse. La crosse à terre, nos 1, 2 et 3 se rendent à leurs postes, comme au canon de 6 liv. ordinaire; n° 5 retire le levier des anneaux de crosse, le porte à son côté droit, et se retire sur l'alignement de n° 3. Pour donner la direction, il introduit le levier de pointage dans l'anneau porte-crosse gauche, et en engage l'extrémité dans l'anneau de pointage *c*, fig. 26. Il dirige la pièce de sa position latérale.

N° 6, ayant mis pied à terre, se place près de l'attelage de derrière, fait lever le timon par le conducteur de derrière, et, lorsque la pièce est en batterie, retourne près du cheval sous-verge de devant, s'y plaçant face à la pièce. De là il va prendre les munitions dans les sacoches des chevaux de bât pour les porter à n° 1. L'avant-train se retire à une distance telle, que la prolonge reste suffisamment lâche pour ne pas gêner les déplacements de la crosse exigés par la direction à donner au tir.

Les chevaux de bât se placent à 15 pas des têtes des chevaux d'attelage de devant, se couvrant de la pièce et de l'avant-train et face à l'ennemi.

Si pendant le feu on doit tirer à balles, n° 3 prend les cartouches à balles hors du coffre de banquette et les passe à n° 1.

N° 4, aide n° 5 à porter la crosse à droite et à gauche.

b. En avant en batterie.

Aux commandements :

Pied..... (à) terre!

Front!

les servants agissent comme pour mettre en arrière en batterie, et aussitôt que la crosse est à terre, nos 1, 2 et 4 se portent vivement devant la bouche de la pièce. L'avant-train fait demi-tour à gauche au pas, dépasse la pièce en rasant l'essieu de l'affût, et marche droit en avant, aussitôt que le conducteur de derrière voit que l'essieu de l'avant-train a dépassé celui de l'affût. De cette manière la prolonge fait pivoter la pièce en ramenant la crosse du côté de l'avant-train. Dès que n° 3 voit que la pièce est sortie des cavités creusées dans le sol par les roues pendant le demi-tour, il commande : Halte! pour arrêter l'avant-train, que le conducteur de derrière fait ensuite reculer suffisamment pour rendre la liberté nécessaire à la crosse de l'affût par le relâchement de la prolonge.

B. Obusier de 7 liv.

(Fig. 109.)

La mise en batterie a lieu comme celle du canon de 6 liv. Les nos 6 et 7 vont immédiatement aux chevaux de bât et s'approvisionnent chacun de 2 obus, après quoi n° 6 se place à côté et en dehors de n° 1, tandis que

n° 7 se place à côté du cheval sous-verge de devant, afin de relever n° 6 auprès de n° 1, dès que les munitions de ce pourvoyeur seront épuisées.

VI. METTRE EN BATAILLE.

Comme les servants gardent constamment leurs armements, les fonctions diffèrent peu de celles décrites pour la mise en batterie. Nous ne signalerons donc que les quelques différences qui existent dans ces fonctions.

1. Artillerie à pied.

A. En avant en bataille.

Au commandement :

Cessez le feu !

on ôte l'étoupille et l'on enfonce le dégorgeoir dans la lumière.

Au commandement :

En avant en bataille.

correspondent 3 cas distincts :

a. Ayant mis en avant en batterie, on veut se porter plus en avant.

L'avant-train et le caisson se trouvent donc face à la pièce. Les n°s 1 à 4 prennent à la pièce les postes indiqués plus haut (V, 1, A, *a*), n° 5 introduit le levier de

pointage transversalement dans l'anneau-touret de pointage, et se place comme pour mettre en batterie; n° 6 reste au caisson; n° 7 fait porter l'avant-train par un oblique à droite dirigé 3 à 4 pas en dehors de n° 4, puis par un court oblique à gauche, devant la pièce, où il s'arrête, la sassoire à 4 pas de la tranche. Dès que l'avant-train est passé les servants placés à la crosse la soulèvent, et font un demi-tour à gauche avec la pièce, n° 1 saisissant de nouveau la bouche pour prévenir la bascule, et n° 2 agissant à la roue droite. Dès que la cheville ouvrière est engagée, n° 4 fixe la chaîne d'embrelage, n° 5 retire le levier de pointage de l'anneau-touret, et tous les hommes prennent les postes de bataille indiqués plus haut (III, A, *a*, etc.).

b. Ayant mis en arrière en batterie, on veut se porter en avant.

Comme *a*, sauf que l'avant-train fait demi-tour avant de se porter devant la pièce.

c. Se trouvant à la prolonge, on veut se porter en avant.

Dans ce cas, la pièce fait demi-tour à la prolonge, comme cela a été expliqué plus haut, (V. 2, A, *b*), puis on met en bataille.

B. En arrière en bataille.

S'exécute comme l'en avant en bataille, sauf que la pièce n'est pas tournée. Les pièces légères sont con-

duites par les servants vers l'avant-train. Le contraire a lieu pour les gros calibres.

Si l'on se trouve avoir mis en avant en batterie, l'avant-train fait d'abord demi-tour à gauche sur place.

2. Artillerie de cavalerie.

a. En arrière en bataille.

Au commandement :

Cessez... le feu!

Mon... tez!

n° 5 passe son levier de pointage dans les anneaux porte-crosse, et les n°s 1, 2, 4 et 5 se portent à la crosse comme pour mettre en batterie, la lèvent et reculent la pièce à bras vers l'avant-train. Pendant ce temps n° 3 a levé la prolonge et l'a enlacée par une boucle jetée autour du contre-troussequin de banquette; il aide ensuite n° 4 à fixer la chaîne d'embrelage, comme pour la mise en batterie. N° 6 fait soulever le timon par le conducteur de derrière, et boucle bien les rabats ouverts des sacoches à munitions, afin qu'on ne perde pas de munitions.

Dès que la chaîne d'embrelage est mise, les servants montent comme il a été expliqué sous VI, 2.

b. En avant en bataille.

Aux commandements :

En avant!

Montez!

la pièce fait d'abord demi-tour à la prolonge (V. 2, *b*), puis on agit comme pour mettre en arrière en bataille.

VII. EMPLOI DE LA PROLONGE.

L'artillerie autrichienne emploie beaucoup plus la prolonge qu'aucune autre artillerie.

Nous en connaissons suffisamment, par le § 10, la disposition et la manière de la fixer. Comme la prolonge mise est assez courte, il est possible de manœuvrer à la prolonge dans la plupart des terrains, sans avoir à craindre que les pièces n'oscillent trop fort ou versent. De plus, on peut même mettre la pièce en bataille sans ôter la prolonge, et un dernier avantage de cette faible longueur est celui de pouvoir faire demi-tour à la prolonge, lorsqu'on veut mettre en avant en bataille, et de se dispenser de faire cette opération à bras, ce qui est toujours pénible.

Les mouvements que les bouches à feu exécutent à la prolonge sont les suivants :

1. *Ayant mis en avant en batterie, on veut se porter plus en avant à la prolonge.*

Aux commandements :

Cessez le feu !

En avant à la prolonge !

n°s 2 et 4 passent derrière la pièce ; n° 5 retire le levier de pointage et se place derrière n° 7 ; ce dernier déploie la prolonge des armons et suit l'avant-train qui se porte à la droite de la pièce et qui s'arrête lorsque

l'essieu est à hauteur de celui de l'affût. N° 7 fixe alors le T de la prolonge dans l'anneau fixe de pointage, la prolonge sortant par derrière, ou bien dans l'anneau fixe de prolonge aux affûts qui en sont pourvus. Dès que la prolonge est fixée, on commande :

Marche!

Alors les conducteurs avancent et font tourner l'affût. Les servants suivent le demi-tour de la pièce et y conservent leurs postes pendant la marche. N°s 5 et 7 restent près de l'avant-train du côté sous-verge.

Pour éviter que, dans ce demi-tour à la prolonge, l'avant-train ne verse, le conducteur de derrière doit diriger l'avant-train de manière à l'approcher aussi près que possible de l'affût, et marcher droit en avant au commandement de *marche*. Lorsque le terrain est en pente, n° 4 met la chaîne d'enrayage, ou les servants entravent la descente de la pièce en saisissant l'affût.

Lorsqu'on est arrivé au point où doit recommencer le feu, on commande :

Halte! Front!

N°s 2 et 4 se portent de nouveau derrière la bouche, et l'on retourne la pièce par le demi-tour de l'avant-train.

N° 7 détache la prolonge, et fait avancer l'avant-train assez pour qu'il puisse aisément faire demi-tour à gauche, et venir se replacer derrière la pièce, face à l'ennemi. Il reploie ensuite la prolonge sur les armons de l'avant-train, et reprend son poste.

Le combat étant très-vif, si l'on veut s'assurer complétement des attelages, qui pourraient être tentés de se soustraire au feu, au lieu de commander *front!* on com-

mande *front à la prolonge*. Alors on ne détache pas la prolonge après le demi-tour; les mouvements de l'avant-train et de n° 5 sont dans ce cas comme ci-dessous 2.

2. *Ayant mis en avant en batterie, et voulant se rendre à la prolonge dans une position plus en arrière.*

A cette fin l'on commande :

Cessez le feu!

En arrière à la prolonge!

N° 7 fait tourner l'avant-train de manière que le conducteur de devant passe près de la crosse et que le derrière de l'avant-train vienne s'arrêter tout contre la crosse; il déploie la prolonge et la fixe comme il a été expliqué plus haut. Tous les servants restent à leurs places de batterie; n° 7 près de l'avant-train, du côté sous-verge.

La pièce étant arrêtée, on peut la laisser à la prolonge ou reployer cette dernière. Dans le premier cas, on recule l'avant-train assez pour relâcher le cordage, afin que n° 5 ne soit pas gêné pour donner la direction. Toutefois, comme il n'y a pas assez de place pour ce servant entre la crosse de l'affût et la sassoire, il n'introduit le levier de pointage que dans l'anneau-touret de pointage, en appuyant le bout sur le flasque droit; pour diriger, il reste à la gauche de la crosse, de sorte que la direction ne peut se donner que d'après les signaux de n° 3, lequel est par conséquent chargé alors de donner à la pièce la direction aussi bien que l'élévation.

Ayant mis en arrière en batterie, on veut :

a. Se retirer davantage à la prolonge,

ce qui se fait aux mêmes commandements que ci-des-

sus 2 ; n° 7 déploie la prolonge et l'attache, après que les n°s 1, 2, 3, 4 et 5 ont fait reculer la pièce jusqu'à l'avant-train.

L'attelage marche ensuite dans la direction prescrite. Si la prolonge se trouve déjà attachée, les commandements sont simplement :

Cessez le feu !

En arrière !

et n° 5 n'a qu'à retirer le levier de pointage de l'anneau-touret.

b. Avancer à la prolonge.

Au commandement : *en avant à la prolonge !* l'avant-train fait demi-tour à gauche, et l'on agit comme il a été dit ci-dessus, sous 1.

L'emploi et le maniement de la prolonge sont identiques pour tous les calibres de l'artillerie à pied. Le caisson se règle, quant au front, toujours d'après l'avant-train, en faisant face du même côté que ce dernier.

Dans *l'artillerie de cavalerie* les mouvements à la prolonge sont les mêmes que dans l'artillerie à pied, mais la prolonge y reste toujours attachée, de sorte que l'avant-train n'y fait jamais front vers la pièce.

VIII. REMPLACEMENT DES SERVANTS MIS HORS DE COMBAT.

Il n'existe pas de prescription réglementaire à cet égard. C'est au chef de pièce, ou au chef de section à prendre les dispositions nécessaires, et à combler les

vides éventuels par d'autres servants présents à la pièce, de manière que le feu continue sans interruption jusqu'à ce que le personnel de réserve ait pu arriver de la réserve de soutien.

§ 34. *Manœuvres des batteries.*

I. DISPOSITIONS GÉNÉRALES CONCERNANT LA SUBDIVISION DES BATTERIES, LES COMMANDEMENTS, LES SIGNAUX, LES INTERVALLES, LES CONVERSIONS ET LES ALLURES.

1. Subdivision des batteries de campagne.

Pour la manœuvre, la batterie se subdivise en 3 lignes, composées des *bouches à feu*, des *caissons* et des *voitures*.

La batterie entière est sous le commandement du lieutenant ou du sous-lieutenant désigné à cet effet. Mais à la manœuvre, il ne commande directement que la ligne des bouches à feu, tandis que la ligne des caissons et celle des autres voitures est dirigée par l'officier ou le maréchal-des-logis du train.

A chaque commandant de batterie est adjoint un artificier de 1re ou de 2e classe, comme commandant en second.

La batterie proprement dite, composée, comme nous le savons par le § 18, de 4 canons et 2 obusiers, se subdivise en 2 demi-batteries ou en 3 sections de 2 pièces. Chaque section est commandée par un caporal d'artil-

lerie. Ce n'est que dans les batteries de 6 liv. et dans celles de cavalerie que ces chefs de section sont montés.

Il n'y a pas de guides de pièce proprement dits, parce que les chefs de pièce pointeurs marchent à leur poste à côté de la pièce, ou montent avec les autres servants sur l'avant-train. Deux brigadiers du train servent de guides généraux aux conducteurs de devant, en chevauchant à leur hauteur, l'un à la droite, l'autre à la gauche de la batterie.

La 2e ligne de la batterie, composée des charrettes à munitions (caissons), est conduite par l'officier ou le sous-officier du train assisté d'un brigadier de ce corps. La surveillance de la distribution des munitions des caissons incombe au 4e caporal d'artillerie, qui, à cette fin, reste toujours avec cette ligne.

Afin d'exposer le moins de matériel possible aux coups de l'ennemi, il n'y a ordinairement, pendant le combat, qu'un caisson pour 2 pièces qui s'avance avec la batterie; le reste de la ligne des caissons se tient avec la 3e ligne, autant que possible à couvert et plus en arrière. Dans ce cas, les 3 caissons qui s'avancent sont conduits par le brigadier du train, tandis que l'officier, ou le maréchal-des-logis de ce corps, dirige le reste des voitures, et les place de manière à rester toujours en communication avec la batterie. Les caissons vides qui rentrent, sont envoyés par lui sous la surveillance de n° 6 à la réserve de soutien, afin que les munitions consommées y soient remplacées. En général il doit veiller à ce que la batterie soit toujours pourvue de munitions.

Les caissons forment à la vérité une ligne distincte qui suit toujours celle des pièces, et qui en est insépa-

rable, mais dans toutes les manœuvres cette ligne se meut séparément, en ce sens que jamais les caissons ne s'introduisent entre les pièces.

2. Transmission du commandement et signaux.

Dans les évolutions de plusieurs batteries, le commandant de batterie transmet le commandement de l'officier de l'échelon plus élevé, tandis que les mouvements de chaque pièce sont dirigés par le chef de pièce pointeur qui crie au conducteur de devant : *à droite! à gauche! en avant!* Comme les batteries n'ont ni tambours, ni cornets, il ne peut pas être donné de signaux (1).

Le commandement d'avertissement *garde à vous!* ne se fait qu'au commencement de l'exercice, ou après une interruption, pendant laquelle les hommes ont été au repos. Si les conducteurs se trouvent pied à terre, à ce commandement ils remontent à cheval.

3. Intervalles.

Dans les batteries à pied l'intervalle ordinaire d'exercice est de 10 pas d'axe en axe des bouches à feu. Dans le feu de l'ennemi, les intervalles se modifient suivant la nature du terrain et suivant la vivacité du feu. Ils peuvent être portés alors à 15 pas.

(1) Dans l'organisation dont on s'occupe, on a proposé une modification du train d'artillerie, modification qui paraît devoir être prochainement adoptée, et d'après laquelle chaque division d'attelage de l'artillerie doit recevoir deux trompettes qui donneront alors les signaux nécessaires dans les batteries. (*Note de l'auteur.*)

Dans les batteries de cavalerie l'intervalle normal est de 15, et l'intervalle augmenté, de 20 pas.

4. Direction.

A moins d'ordre contraire, le guide est à droite s'il n'a pas été désigné dans le commandement une autre pièce que celle de l'aile droite comme pièce de direction. Cependant lorsque plusieurs batteries manœuvrent ensemble, la direction se prend sur celle du centre, dont la pièce de droite de la demi-batterie de gauche est alors pièce de direction.

5. Tournants.

L'artillerie autrichienne n'exécute pas de quart de tour par pièce à pivot fixe.

Quant aux demi-tours on les exécute suivant des cercles plus ou moins étendus d'après l'angle du tournant de la voiture, en faisant d'abord obliquer à droite les conducteurs de devant, et en revenant par un arc de cercle dans l'ancienne voie.

Vu les grandes différences que présentent les bouches à feu autrichiennes, tant quant à leurs longueurs totales, que quant à leurs angles de tournant, on aura sans doute voulu éviter la complication excessive du règlement d'exercice qui serait résultée de la fixation de règles précises pour le demi-tour de chaque voiture.

6. Conversions.

Lorsqu'une batterie doit faire un changement de direction simultané, étant déployée, ou successif en suivant la subdivision tête de colonne, la pièce pivot décrit au pas un arc de cercle à grand rayon, et les pièces de l'aile extérieure se conforment à ce mouvement en conservant leurs intervalles, et de manière que les conducteurs de devant restent alignés.

Ces conversions n'ont lieu toutefois que dans les batteries de cavalerie, et dans celles de 6 liv., lorsqu'on y fait monter les servants pour aller rapidement occuper une position. Dans l'artillerie à pied, tout changement de direction s'exécute par l'oblique par pièce.

7. *Profondeurs des batteries attelées en bataille et en batterie.*

DÉSIGNATION DES DIMENSIONS.		PROFONDEURS EN PAS DES BOUCHES A FEU ET VOITURES DE							
								cavalerie	
		3 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.	7 liv.	10 liv.	6 liv.	7 liv.
1. Batterie attelée en bataille avec sa ligne de caissons.	Longueur de la pièce attelée.........	11	16	22	27	15	15	21	20
	Distance de la ligne des caissons ou des chevaux de bât aux tranches des pièces..........................	40	40	40	40	40	40	15	15
	Longueurs du caisson ou du cheval de bât............................	11	17	17	17	17	17	4	4
	Profondeur totale.....	62	73	79	84	72	72	40	39
2. Batterie attelée en batterie avec sa ligne de caissons.	Longueur de la pièce en batterie......	3 2/3	4 1/5	5	5 1/2	3 3/4	3 4/5	4 9/10	4 1/5
	Distance de l'attelage de l'avant-train à la queue de l'affût................	10	10	10	10	10	10	4	4
	Longueur de l'avant-train attelé.......	8	13	18	23	12	12	17	17
	Distance de la ligne des caissons ou des chevaux de bât à celle des avant-trains.	40	40	40	40	40	40	15	15
	Longueur du caisson ou du cheval de bât............................	11	17	17	17	17	17	4	4
	Profondeur totale......	72 2/3	84 1/5	90	95 1/2	82 3/4	82 4/5	44 9/10	44 1/5

(*) Dans les batteries de cavalerie on ne compte pas la profondeur de la 2e ligne, parce que, d'après le règlement, cette ligne se tient à l'abri autant que possible, et à 100 ou 200 pas en arrière des bouches à feu.

8. Allures.

Tous les mouvements de l'artillerie à pied se font au pas, sauf les mouvements en avant des batteries de 6 liv. avec leurs servants en surcharge.

Dans l'artillerie de cavalerie les mouvements en général se font à toute allure, c'est-à-dire au pas, au trot, au galop ou en carrière. Lorsqu'une conversion est commandée pendant que la batterie se trouve à une des allures vives, la pièce du côté du pivot prend l'allure immédiatement inférieure jusqu'à l'achèvement du mouvement, et reprend l'allure de la batterie au commandement de *marche* du commandant de batterie.

II. MANOEUVRES DES BATTERIES.

1. Ordre en bataille et en batterie.

A. Artillerie à pied.

a. En bataille.

Les bouches à feu sont arrêtées sur une ligne de front, ayant entre elles 10 ou 15 pas d'intervalle (*voir* I, 3), la section des obusiers au centre; les chevaux de devant de la ligne des caissons à 40 pas de la ligne des tranches des pièces, chaque caisson derrière sa pièce.

Le commandant de batterie se tient à cheval à 4 pas

en dehors des chevaux de devant de la pièce de droite de la batterie; lorsqu'il commande, il se place de manière à voir toute la batterie.

L'artificier de 1re ou de 2e classe se tient à cheval au milieu de la section du centre, à hauteur des chevaux de devant.

Les trois caporaux d'artillerie chefs de section, qui, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, ne sont montés que dans les batteries de 6 liv., se tiennent à cheval ou debout, chacun au milieu de sa section, à hauteur des nos 1 et 2.

Deux brigadiers du train sont guides de la batterie, et se tiennent l'un à la droite du cheval sous-verge de devant de la pièce de droite, l'autre à la gauche du cheval porteur de devant de la pièce de gauche.

Le maréchal-des-logis du train se tient près de la ligne des caissons à la droite du cheval sous-verge de devant du 1er caisson. Le troisième brigadier du train se tient à la gauche du cheval porteur de devant du 6e caisson. Le quatrième caporal d'artillerie est debout à la gauche du 6e caisson, à hauteur de n° 6.

Les canonniers occupent les postes de bataille (§ 33, III, 2.) près des pièces, ou sont montés sur leurs siéges (§ 33, IV, 1, A et B).

Dans la marche en bataille, les officiers, sous-officiers et canonniers conservent les mêmes places, sauf que le commandant de batterie marche à 4 pas en avant du centre de la batterie.

Quand, après un mouvement en arrière, les caissons n'ont pas fait face à l'ennemi, le maréchal-des-logis du train se place à côté de la roue extérieure du 1er caisson,

pour diriger de là les mouvements de la ligne des caissons.

b. En batterie.

La place des avant-trains et celle des caissons est déjà connue par ce qui a été dit plus haut (§ 33, V). Le commandant de batterie se tient dans l'intervalle du centre, à hauteur des chevaux de devant.

L'artificier de 1re ou de 2e classe se tient de même au milieu du 4e intervalle. Les chefs de section montés se tiennent chacun au milieu de sa section, à hauteur des servants placés à la crosse.

Le cadre attaché à la ligne des caissons reste aux mêmes postes que dans l'ordre en bataille. Tout le personnel monté reste à cheval pendant le feu.

B. Artillerie de cavalerie.

L'ordre en bataille et en batterie est le même que celui des batteries à pied, sauf que les intervalles sont plus grands, ainsi que nous l'avons déjà remarqué. La place du commandant de batterie et celles du personnel en sous-ordre sont les mêmes, sauf que les 2 brigadiers du train attachés à la ligne des pièces, ne se placent pas à droite et à gauche de la batterie à hauteur des conducteurs de devant, mais bien à droite et à gauche de la ligne des chevaux de bât porte-munitions, qu'ils sont chargés de conduire à la place voulue et d'aligner.

2. Marches en bataille d'une batterie.

A. Artillerie à pied.

Les mouvements qu'une batterie à pied exécute en bataille sont :

La marche en bataille en avant.

La marche en bataille en arrière.

La marche oblique.

Les intervalles, la direction, et les places du cadre sont les mêmes que dans l'ordre en bataille.

Dans la marche oblique qui s'exécute au commandement :

Oblique à droite! (gauche)

les pièces qui suivent celle de l'aile vers laquelle on oblique, se tiennent constamment à une longueur de cheval en arrière de cette pièce, qui donne la direction à la batterie, et ne s'alignent qu'au commandement :

En avant!

L'augmentation ou la diminution des intervalles au commandement n'a pas lieu. Lorsque ce mouvement devient nécessaire pour une pièce, le chef de pièce pointeur le fait exécuter.

Les mouvements accélérés des batteries de 6 liv. avec leurs servants transportés ne doivent pas dépasser un millier de pas, en règle générale.

Comme, dans ce cas, les caissons impairs s'avancent seuls avec la batterie, les n[os] 8 de la 2[e] pièce de chaque section de canons, et le n° 7 du 2[e] obusier, se placent

à la droite du n° correspondant de la 1re pièce, sur le siége du caisson. Les nos 6 et 9 des canons pairs, et 9 et 10 de l'obusier pair, restent seuls en arrière avec la ligne des caissons, suivant au pas.

B. Artillerie de cavalerie.

L'artillerie de cavalerie, outre les 3 mouvements mentionnés sous A, et qui s'exécutent comme dans l'artillerie à pied, sauf les différences indiquées dans l'ordre de bataille, fait aussi des *conversions avec la batterie entière*, qui s'exécutent comme il a été dit plus haut (I, 5) au commandement :

A droite (gauche) *conversion!*

Pour pouvoir, lorsque cela est nécessaire, se porter vivement et avec précision dans une position située en avant, le commandant de batterie peut commander :

Chefs de section en avant!

Les chefs de section s'avancent alors au galop avec le commandant de la batterie sur la nouvelle position où ils s'alignent, et l'artificier suit avec la batterie qu'il dirige de manière que les bouches à feu viennent prendre leurs places à droite et à gauche de leurs chefs de section respectifs.

3. Mouvements d'une batterie rompue.

Il est admis en principe dans l'artillerie autrichienne de n'employer que les mouvements obliques, tant pour rompre en avant en colonne, que pour se reformer en ligne.

Il suit de là que le commandement pour la formation en avant doit toujours être fait assez tôt avant l'arrivée de la pièce ou de la subdivision de la tête sur la ligne de formation, afin que les pièces en arrière aient l'espace nécessaire devant elles pour gagner obliquement leurs intervalles et entrer carrément en ligne.

Le choix de la formation dépend exclusivement des circonstances et du terrain, et l'on n'a pas égard aux inversions.

Les formations réglementaires en colonnes sont les suivantes :

A. Colonne par pièce.

Au commandement :

Par la droite (gauche) *par pièce... marche !*

la pièce de droite (gauche) s'avance et les autres pièces gagnent successivement la colonne en obliquant à droite (gauche). La ligne des caissons se forme en colonne de la même manière, le 1er caisson suivant immédiatement la 6e pièce.

Dans cette colonne l'artificier chevauche à la droite du sous-verge de devant de la 4e pièce (2e obusier).

Les caporaux montés des batteries de 6 liv. chevauchent chacun à gauche du conducteur de devant de la 1re pièce de sa section.

Dans les autres batteries à pied, les caporaux d'artillerie marchent à hauteur des nos 1 et 2 des mêmes pièces. Les 2 brigadiers du train guides de batterie res-

tant aux places qu'ils occupaient en bataille, ainsi que le cadre attaché à la ligne des caissons.

Dans les batteries de cavalerie, les chevaux de bât suivent immédiatement chaque pièce de la colonne, et s'avancent par conséquent à la suite de leur pièce pendant la formation de la colonne.

Les places du cadre sont les mêmes que dans les batteries de 6 liv. Les brigadiers du train guides de la ligne des chevaux de bât, conservent leurs positions relatives, l'un à la droite des chevaux de bât de la 1re pièce, l'autre à la gauche de ceux de la 6e pièce.

Le déploiement s'exécute par l'oblique à droite ou à gauche.

B. Colonne par sections.

On forme cette colonne en rompant en avant par la section de l'une des ailes, ou par celle du centre.

La ligne des caissons exécute le même mouvement que celle des pièces, la tête de la colonne des caissons serrant sur la queue de la colonne des pièces.

Lorsqu'on rompt par une section d'aile, la place de l'artificier est à côté du conducteur de devant de la 1e pièce.

La place des caporaux montés des batteries de 6 liv. est à côté du cheval de devant extérieur de leur pièce d'aile (1).

(1) La place du chef de la section du centre est sans doute à la droite de sa section, puisqu'il n'a pas de pièce d'aile, et que l'artificier se trouve à la gauche de la section. (*Traducteur.*)

Ceux des autres batteries conservent leur position relative.

Le déploiement de la colonne peut avoir lieu d'une manière analogue à sa formation, par l'oblique à droite ou à gauche, ou par les deux à la fois. Le commandant de la batterie peut aussi déployer en flanc sur une pièce qu'il désigne.

Voici les termes du règlement à cet égard :

« Lorsqu'on a rompu par sections, c'est exclusivement « le terrain qui doit déterminer le choix entre le dé« ploiement par la droite ou par la gauche ; l'inversion « des ailes est indifférente ; il s'agit surtout d'ouvrir « promptement le feu ; seulement les caissons doivent « se former de la même manière que les pièces. »

Comme la colonne par sections est toujours serrée et que ses intervalles sont réduits à 8 pas, il faut, lorsque le terrain en deçà de la ligne de formation ne suffit pas aux sections pour gagner leurs intervalles, que les dernières sections s'arrêtent au commandement (1) fait pour le déploiement, afin d'obtenir devant elles l'espace nécessaire pour pouvoir en obliquant gagner leurs intervalles et se porter en ligne.

Le commandant de batterie doit faire son commandement avant que la section de la tête ne soit arrivée à 30 ou 40 pas de la ligne de formation. La formation s'exécute toujours au trot.

Lorsqu'on veut convertir une colonne par sections en

(1) Il est probable que c'est au commandement *préparatoire* que les deux dernières sections s'arrêtent, sans cela elles ne gagneraient rien, puisqu'elles peuvent, à l'endroit où elles font halte, commencer aussi leur oblique.
(*Traducteur.*)

colonne par pièce, la pièce paire ou impaire de chaque section se met en obliquant à la suite de l'autre, suivant qu'on a rompu par la droite ou par la gauche (1).

Ces formations en colonne sont les mêmes dans l'artillerie de cavalerie, sauf que les chevaux de bât se portent à la suite de leurs pièces respectives.

C. Colonne par demi-batteries.

On forme cette colonne en rompant en avant par la demi-batterie de droite ou de gauche; l'autre demi-batterie entre en colonne en obliquant.

L'artificier reste toujours au flanc de la seconde demi-batterie et près des chevaux de devant de la pièce du centre de la batterie.

Dans les batteries de 6 liv. et dans celles de cavalerie 2 des caporaux chefs de section chevauchent aux flancs de la demi-batterie tête de colonne; le 3e reste à la 2e demi-batterie, à côté des chevaux de devant de la pièce d'aile. De cette manière la demi-batterie tête de colonne a pour guides les chefs de la 1re (3e) et de la 2e section, et l'autre demi-batterie a pour guides l'artificier et le chef de la 3e (1re) section.

Dans les autres batteries à pied les chefs non montés de la 1re et de la 3e section conservent leurs places relatives, et celui de la 2e reste à droite ou à gauche de l'essieu de sa pièce qui marche en tête.

(1) Ceci ne paraît pas d'accord avec l'alinéa antéprécédent, où il est dit que la colonne par sections est toujours *serrée*, ce qui ne permettrait pas d'exécuter de cette manière le dédoublement, sans arrêter les deux dernière sections ou sans changer successivement d'allure. (*Traducteur.*)

Le déploiement de la colonne par demi-batteries se fait d'une manière analogue à la formation de la colonne.

La formation en flanc de la colonne par demi-batteries se fait comme suit : la pièce de la 1re demi-batterie qui se trouve du côté de la formation est rapidement conduite sur la ligne de formation, et au commandement :

Sur le centre en batterie !

les autres pièces se portent en ligne à droite et à gauche de la pièce placée, de manière que les obusiers soient au milieu.

Le règlement prescrit encore la manière de passer de la colonne par demi-batteries à la colonne par sections, et à la colonne par pièces, et *vice versa*. Ensuite il indique la manière de former un flanc, dans le cas où une batterie engagée au feu serait attaquée à l'improviste sur un de ses flancs. Dans ce cas les avant-trains restent en place, la pièce de droite (gauche) est tournée à droite (gauche) ; les autres pièces de la demi-batterie de droite (gauche) sont conduites par leurs servants à bras en avant, à gauche (droite) de la pièce tournée.

Lorsqu'au contraire toute la batterie doit changer rapidement de front, la demi-batterie du côté du nouveau front agit comme il vient d'être dit, tandis que l'autre demi-batterie se porte en avant à la prolonge sur l'alignement de la première, et fait demi-tour par pièce à la prolonge. Dès que ce mouvement est terminé, les avant-trains de la demi-batterie du côté du pivot se portent obliquement derrière leurs pièces respectives, et la ligne des voitures fait de même, en obliquant forte-

ment à gauche ou à droite et en conversant ensuite à droite ou à gauche.

4. Marche par échelons en avant ou en arrière.

La demi-batterie désignée avance de la manière indiquée par le commandement, 150 à 200 pas si c'est de l'artillerie à pied, 200 à 300 pas au trot ou au galop si c'est de l'artillerie de cavalerie, et commence un feu très-vif; l'autre demi-batterie, conduite par l'artificier, se porte à la même distance, en avant de la première, et commence également un feu très-vif.

Le feu en retraite par échelons s'exécute par les moyens inverses.

La demi-batterie en batterie ne cesse son feu que quand l'autre commence le sien.

5. Prescriptions sur la manière d'exécuter le feu, et sur sa rapidité.

Les pièces étant en batterie, et après le commandement :

Chefs de pièce... Feu!

chaque chef de pièce commande sa pièce. Le feu commence toujours par la droite ou, en cas de formation successive, par la pièce d'aile de la base de formation ; il se continue par les pièces impaires des autres sections, puis, dans le même ordre, par les pièces paires de chaque section.

La rapidité du feu se règle d'après l'effet qu'on désire

produire, d'après la distance à laquelle on se trouve de l'ennemi, et d'après le temps nécessaire au pointage. On doit s'arranger de manière qu'il continue sans interruption et d'une manière uniforme.

Cependant, dans le cas d'un feu très-rapide, afin de ne pas perdre de temps en exigeant cette régularité dans le tour de rôle des pièces, on ne suit cet ordre que la première fois en tirant très-vite, après quoi chaque pièce tire à mesure qu'elle est prête.

Lorsque plusieurs batteries se trouvent sur une même ligne, chaque batterie fait feu sans attendre de tour de rôle.

III. MANOEUVRES DE PLUSIEURS BATTERIES RÉUNIES.

Plusieurs batteries réunies, dans le but d'opérer ensemble, sous le commandement immédiat d'un officier de rang supérieur, constituent une *division de batteries*.

Afin qu'il soit toujours possible de voir la division entière et de la commander de vive voix soit en colonne, soit déployée, il est déterminé par le règlement qu'elle se compose au plus de 4 batteries, c'est-à-dire de 24 pièces.

Si l'on croit avoir besoin d'une plus grande masse d'artillerie pour le but qu'on se propose d'atteindre, on forme plusieurs divisions, dont la dernière peut alors n'être que de 2 ou même d'une seule batterie.

Afin que, dans la formation d'une ligne de batteries, les pièces parcourent le moindre chemin possible, on recommande d'employer les colonnes sur le centre. De

même que dans les batteries isolées, les colonnes sont toujours serrées et les intervalles sont réduits à 8 pas.

Les caissons appartenant à la division constituent une colonne à part, formée comme celle des bouches à feu.

Pour diminuer aussi le plus possible la profondeur des colonnes, on recommande de rompre en avant simultanément par deux centres en 2 colonnes doubles parallèles.

Ces colonnes présentent encore dans l'artillerie autrichienne cet avantage, que quand les batteries ne renferment pas d'obusiers, on n'est pas obligé de se déployer toujours par colonne à droite et à gauche, mais qu'on peut aussi, suivant les exigences du moment, se former en batterie à gauche ou à droite, puisqu'ainsi toutes les pièces d'une batterie restent ensemble et que les inversions des pièces sont indifférentes.

Lorsque l'espace ou les circonstances ne permettent pas de rompre en une ou en deux colonnes sur les pièces du ou des centres, on rompt par une section ou demi-batterie de l'une ou de l'autre aile. La colonne par demi-batteries ne pourra pas souvent être employée, parce que la section d'obusiers de chaque batterie y est rompue, de sorte que pour les ramener ensemble la formation en avant en batterie ne peut avoir lieu que d'un côté.

Lorsque plusieurs divisions de batteries doivent agir ensemble, elles doivent autant que possible marcher à côté l'une de l'autre en une ou en 2 colonnes. Si alors des obstacles de terrain se présentent, les colonnes qui doivent s'écarter se mettent par une marche oblique à la queue de la colonne voisine, et reprennent leur place lorsque l'obstacle est dépassé.

De même que dans une batterie isolée, les divisions de batteries font le feu par échelons, soit en avançant, soit en retraite. Lorsque des batteries de cavalerie font partie de divisions, on doit, autant que possible, les former en divisions distinctes, qu'on place ensuite à l'une des ailes ou au centre de la masse d'artillerie; ces batteries se portent toujours les premières en avant au galop, et protégent par leur feu le déploiement plus lent de l'artillerie à pied. Lorsqu'un feu par échelons se prolonge en avançant ou en retraite, les batteries à pied ne dépassent jamais en avançant les batteries de cavalerie, qui, de leur côté, ne dépassent pas les batteries à pied en se portant en arrière.

IV. PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES MANŒUVRES DE L'ARTILLERIE RÉUNIE A D'AUTRES TROUPES.

Le règlement ne renferme à ce sujet qu'un extrait du règlement d'exercice de la cavalerie, qui se prononce en termes généraux sur la manière d'agir d'une batterie de cavalerie attachée à une forte troupe de cavalerie. Ce ne sont que les règles généralement connues de la théorie du combat de l'artillerie à cheval.

Le règlement ne renferme rien quant aux positions, aux mouvements et à la manière de procéder de l'artillerie jointe aux autres troupes; mais un livre que nous avons consulté comme document et qui est intitulé : *Indications pour les exercices tactiques de plusieurs régiments réunis de l'infanterie I et R.*, fournit quel-

…s données desquelles on peut déduire d'une manière …énérale quels sont les principes d'après lesquels, dans …'armée autrichienne, on place l'artillerie dans une ba…ille rangée. Il est vrai que le texte de l'ouvrage ne fait …s souvent mention explicite de l'artillerie, mais dans …s planches qui y sont jointes elle est représentée.

A une brigade d'infanterie de 4, 5, 6, 7 et même …e 8 bataillons, on adjoint toujours une batterie de bri…ade. Cette batterie est toujours placée entre les 2 ba…illons de la 2e ligne, supposés en colonne (1), que la …rigade soit d'ailleurs rangée sur deux ou sur trois …ignes.

La batterie est également en colonne par sections, et …a section de la tête est alignée avec les drapeaux des …ataillons.

Quand la 2e ligne est déployée aussi, la batterie est …lacée à 30 pas derrière cette ligne.

Quoique l'emploi des batteries de brigade doive éga…lement se régler surtout d'après la configuration du ter…rain, on a cependant ajouté aux diverses manœuvres …des autres troupes quelques règles fixes concernant les …positions à occuper par l'artillerie relativement à ces …troupes.

Dans un *mouvement de front*, la batterie de brigade …doit se placer à l'aile qui lui permet d'agir le plus effi…cacement, et de soutenir le mieux l'infanterie.

Lorsque deux ou plusieurs brigades sont placées

(1) D'après le règlement d'exercice de l'infanterie I. et R., on n'emploie …ellement le terme *colonne* que pour les colonnes par peloton à dis…ance (une demi-compagnie formant un peloton) ; la colonne serrée prend le …om de masse. (*Note de l'Auteur.*)

sur un front, les batteries occupent les intervalles des brigades, qui à cette fin sont de 90 pas.

Dans les *mouvements par échelons* et dans les formations en bataille, la batterie de brigade se place près de l'aile la plus avancée.

Dans les *changements de front ou de direction*, l'artillerie se place au pivot.

Quant à l'emploi de l'artillerie en général, en petites ou en grandes subdivisions, on trouve dans le *Manuel de Smola* (chap. IV, p. 178-197) des règles de conduite bien conçues et très-judicieuses pour les chefs supérieurs et inférieurs de ce corps. Ce chapitre se divise en 3 sections, savoir :

1. Règles fondamentales concernant le choix des positions, dans l'intérêt de l'efficacité du feu, pour couvrir les bouches à feu aussi bien que les circonstances le permettent, et pour prêter aux troupes amies le soutien le plus utile dans les différentes circonstances de combat.

Parmi ces règles nous citerons comme remarquable celle de ne jamais tirer :

Avec le canon de 6 liv.	au delà de	1100 pas,
—	12 liv.	—	1400
des fusées de guerre		—	800

à moins que la nature du terrain ou un ordre de bataille très-profond de l'ennemi ne justifie le tir à une plus grande distance.

2. Principes pour la direction supérieure de l'ensemble de l'artillerie d'un corps d'armée.

3. Principes pour l'emploi de la réserve d'artillerie en divisions de batteries.

Comme les règles et les principes pour l'emploi de l'artillerie en campagne, contenu dans le chapitre mentionné du Manuel, ont en tous cas généralement cours dans l'artillerie autrichienne, nous pensons ne pouvoir faire mieux que de renvoyer quant à ce point au Manuel même, parce que l'insertion *in extenso* de ces principes ne conviendrait ni au cadre que nous avons adopté, ni au but de notre travail.

§ 35. *Service des batteries de fusées de guerre.*

Comme nous l'avons dit plus haut, les batteries sont légères ou pesantes, et chacune a 6 chevalets à fusées. Les batteries pesantes sont peu employées dans la guerre de campagne, parce que leur placement exige des préparatifs qui ne conviennent guère que dans l'attaque ou la défense de positions fortifiées, de sorte qu'on doit les considérer comme des batteries de position. Chaque batterie est commandée par un officier ou par un artificier de 1re classe, auquel un artificier est adjoint (1) comme suppléant. La batterie comprend en outre 2 caporaux, dont 1 monté, l'autre montant sur la banquette avec les servants, et 4 fuséens par chevalet, outre les hommes de réserve restant aux caissons. Les attelages et le personnel qui y appartient sont donnés par le train.

Des quatre fuséens attachés à chaque chevalet,

N° 1. *Chef de chevalet*, pointe, amorce et met le feu.

(1) Par exception, un artificier de 1re classe. (*Note de l'Auteur.*)

N° 2 place la fusée sur le chevalet, porte le chevalet, et place les baguettes aux fusées.

N°s 3 et 4, *pourvoyeurs*, munis de sacs à fusées, dans lesquels ils apportent les fusées du caisson, en alternant entre eux.

Les servants ne marchent à côté ou derrière la voiture que dans les voyages. Aussitôt que la batterie manœuvre, les hommes montent, et le servant qui porte le chevalet le prend devant lui sur les jambes. Lorsque la batterie doit se former en ligne, soit pour prendre une position, soit pour tirer, elle passe de l'ordre en colonne à l'ordre en bataille, en dehors du feu de l'ennemi. Tous les mouvements se font comme dans les batteries de bouches à feu. D'après le règlement, les chevalets sont placés pour le feu à 15 pas d'intervalle entre eux, à la même distance en avant et un peu à gauche des caissons correspondants; sur un emplacement rétréci, les intervalles peuvent cependant être réduits jusqu'à 5 pas, mais alors les caissons à banquette sont placés plus loin en arrière. Aussitôt qu'on est arrivé à 30 ou 40 pas de la ligne de formation de la batterie, les caissons à banquette s'arrêtent et les servants sautent à terre. Le servant porteur du chevalet s'avance au pas de course avec le chef de chevalet, sur la ligne de formation déjà indiquée par le sous-officier monté, et place solidement le chevalet. N° 3, qui a déjà 4 fusées dans son sac à fusées, prend pendant ce temps les baguettes nécessaires dans le coffre à baguettes, que n° 4 ouvre à cette fin. N° 3 se rend ensuite au chevalet, et n° 4, qui s'est également approvisionné du nombre voulu de fusées et de baguettes, compte les coups tirés, afin

d'aller relever n° 3 dès que celui-ci a donné sa dernière fusée à n° 2, et revient au caisson pour en recevoir d'autres. Au chevalet, n° 2, aidé de n° 3 ou 4, assemble la fusée avec la baguette et la place dans l'auget, après quoi n° 1 pointe et met le feu. L'ordre étant donné de monter, les servants placés au chevalet le lèvent immédiatement, le replient, courent vers le caisson et montent vivement avec les autres, qui entre-temps ont fermé les coffres à munitions et à baguettes. Les caissons font face vers l'ennemi ou en sens contraire, selon qu'on s'est mis en batterie en avançant ou en se retirant, ainsi que cela est prescrit aux batteries de campagne.

CHAPITRE III.

§ 36. *Campement de l'artillerie.*

La fig. 110 montre le camp isolé d'une batterie à pied de 6 liv. et la fig. 111, le camp de 12 batteries de divers calibres, et de 3 batteries à fusées. Comme ces dessins font suffisamment connaître l'ordre de campement, nous n'ajouterons que ce que le Manuel donne d'éclaircissements sur les figures.

Les voitures sont parquées dans l'ordre d'après lequel elles doivent marcher (*Voyez* la fig. 111) savoir : les bouches à feu en première ligne, celles de cavalerie à l'aile la plus rapprochée de la sortie, ensuite les batteries à pied, en commençant par les plus légères, puis les caissons à banquette des batteries de fusées. Les caissons de chaque batterie sont rangés en 2e ligne derrière leurs pièces. Lorsque l'emplacement du parc n'est pas assez long, les bouches à feu de chaque batterie sont parquées en 2 lignes, et leurs caissons en 3e et 4e ligne.

Les batteries sont séparées par des intervalles de 10

pa. A l'aile extérieure des batteries de cavalerie, on place encore un chariot à outils de campement, destiné à l'avant-garde, et à l'aile opposée des caissons de la dernière batterie, une voiture chargée d'objets nécessaires aux réparations.

Tout le reste des voitures d'artillerie, n'appartenant pas aux batteries, est parqué séparément en autant de lignes que l'exigent leur nombre et l'espace dont on dispose, et cela dans l'ordre suivant : Près de la sortie, les caissons de réserve à deux chevaux avec munitions pour bouches à feu du plus petit calibre, les caissons à fusées de réserve, les avant-trains et affûts de rechange, les caissons à 2 chevaux avec munitions d'armes portatives, les caissons à 4 chevaux, en commençant par les caissons d'artillerie, ensuite ceux des troupes, et enfin les voitures à graisse, à outils de campement et à ustensiles de laboratoire. Les forges de campagne et les chariots à charbon sont toujours, à cause du danger d'incendie, parqués assez loin des autres voitures, ainsi que les voitures à bagages de l'artillerie et du train, qui sont derrière le camp des hommes. Les compagnies d'artillerie campent sur les ailes du parc, le front dirigé dans le sens de sa profondeur, ou autrement si les localités l'exigent ; la longueur du front en pas est égale au nombre de files des hommes.

Le personnel de la direction du matériel de campagne campe près de ses ateliers ; le train, derrière le parc, ou aussi sur le côté. Ces camps doivent toujours être suffisamment éloignés, pour ne causer aucun danger pour le parc à raison de leurs feux ; on doit donc avoir égard à la direction du vent lorsqu'on les détermine.

Chaque voiture a besoin de 5 pas de largeur dans le parc; chaque ligne demande 30 pas comptés des roues de devant de l'une à celle de l'autre; quand l'espace manque, 25 pas suffisent à la rigueur, et pour des voitures à 2 chevaux, 20 pas. 300 voitures, parquées en 4 lignes, occupent un rectangle de 350 pas de longueur sur 200 pas de profondeur. Avec une profondeur égale, 400 voitures demandent 500 pas de longueur.

En terminant la troisième partie du remarquable ouvrage sur l'artillerie autrichienne que les Sciences militaires doivent à la plume laborieuse de M. le lieutenant G.-A. Jacobi, de l'artillerie prussienne, nous résumerons ainsi notre opinion sur cet important et instructif travail.

L'auteur n'y a rien oublié; le matériel y est décrit avec le soin minutieux et l'exactitude qu'on était en droit d'attendre d'un officier d'artillerie de l'armée dans laquelle cette arme a fait ses premiers pas vers le progrès, surtout dans l'allégement de son matériel.

L'organisation, le personnel, le recrutement, l'instruction, les manœuvres, tout y est étudié et résumé avec autant de netteté que d'impartialité et de concision. Cet ouvrage didactique substantiel est destiné, nous le croyons, à un succès bien mérité; il contient de bons enseignements qui, à tous les points de vue, seront d'une grande utilité aux militaires de tous grades et de toutes armes qui veulent se mettre en mesure de faire la guerre avec intelligence en étudiant les éléments de force des puissances étrangères.

Après ce juste hommage rendu à l'auteur de l'ouvrage en question, nous devons aussi adresser nos sincères félicitations au traducteur, M. le major Neuens, de l'artillerie belge, qui a doté son pays et le nôtre d'un document aussi important pour les études et l'instruction

les hommes du métier. Du reste, M. le major Neuens nous a habitué à des succès en science et en tactique militaire; son excellente traduction de l'ouvrage de Clausewitz intitulé : *De la Guerre,* nous avait donné la mesure d'un mérite qui ne s'est point démenti dans celui-ci.

La quatrième partie de l'*Artillerie de campagne autrichienne*, qui traite du *Tir des Bouches à feu,* est digne en tous points des trois premières; mais nous avons le profond regret d'annoncer que l'abondance des matières et les documents que le *Journal des Armes spéciales* est dans la nécessité de publier, nous mettra dans l'impossibilité d'insérer en entier cette quatrième partie qui se trouve, ainsi que les neuf planches qui l'accompagnent, excéder de beaucoup le cadre du journal. Mais nous en publierons des extraits suffisants pour en donner une idée complète.

J. CORRÉARD.

ÉTUDES

SUR LES APPAREILS

ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

DESTINÉS AUX EXPÉRIENCES DE L'ARTILLERIE EN ANGLETERRE, EN RUSSIE, EN FRANCE, EN PRUSSE, EN BELGIQUE, EN SUÈDE, ETC., ETC.

Par MARTIN DE BRETTES

Capitaine d'artillerie, inspecteur des Études à l'École Polytechnique.

CHAPITRE V.

(SUITE)

APPAREILS FRANÇAIS.

SECTION II.

APPAREILS DE M. LE CAPITAINE MARTIN DE BRETTES.

II. MODIFICATIONS DU CHRONOGRAPHE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE.

§ 1.

Cependant, malgré les suffrages qu'a recueillis notre projet de chronographe électro-magnétique de 1847, nous y avons apporté quelques perfectionnements dont l'objet est de généraliser son emploi, et d'en faciliter l'usage en évitant les opérations nécessaires au calcul des temps de chute et du relèvement des styles. Nous allons exposer succinctement ces améliorations.

On a vu précédemment que le chronographe ne pouvait être employé pour mesurer une certaine durée, que lorsque celle-ci pouvait être représentée sur le cylindre par un arc moindre qu'une circonférence entière, ce qui est évident. Quand on aura une seule durée à mesurer, on pourra toujours la représenter par un arc moindre qu'une circonférence, en donnant au cylindre une vitesse

de rotation convenable. Mais lorsqu'il s'agira de mesurer plusieurs durées successives et très-différentes les unes des autres, il n'en sera plus ainsi ; car tandis qu'un petit arc de cercle suffira pour représenter un de ces temps, il pourra arriver qu'il en faille un plus grand qu'une circonférence entière pour mesurer un autre temps. Nous allons montrer comment on pourrait facilement donner à l'appareil le moyen de représenter des arcs d'une grandeur quelconque, et par conséquent la propriété d'être d'un usage général.

Ce moyen consisterait simplement à faire décrire par les styles des courbes dont la génération fût connue et les extrémités parfaitement distinctes, afin de les transformer en arcs circulaires. — Il suffirait évidemment pour l'objet que nous avons en vue, que les styles décrivissent des hélices; car la génération de ces courbes serait parfaitement connue, et leurs points extrêmes très-nettement indiqués; de plus, quelle que soit la loi de la génération de ces hélices, leur transformation en courbes circulaires sur le cylindre serait très-facile. Si l'arc hélicoïdal était moindre qu'une spire, il serait représenté par l'arc circulaire compris entre les génératrices qui passent à ses deux extrémités. Si la courbe hélicoïdale était plus grande qu'une spire entière, chaque hélice serait représentée par autant de circonférences entières qu'elle a de spires complètes, et par l'arc

circulaire compris entre les deux génératrices qui passent par l'extrémité de la dernière spire et le point qui termine l'hélice.

Le nombre des spires, et par conséquent celui des circonférences, serait facile à compter; la grandeur de l'arc circulaire correspondant à l'arc hélicoïdal excédant facile à mesurer; par conséquent en appelant : n' le nombre des spires ou des circonférences l' la longueur en millimètres de l'arc circulaire excédant, on aurait pour la longueur totale L de l'arc circulaire correspondant :

$$L = 1000\, n' + l'.$$

Et pour le temps T_n écoulé entre l'interruption de deux circuits quelconques correspondant aux styles S_n S_{n+1}; en supposant que le nombre des tours du cylindre par seconde soit n.

$$T_n = \frac{1000\, n' + l'}{1000\, n} + \theta_1 - \theta_{n+1}.$$

On possède plusieurs moyens pour faire tracer par les styles ces courbes hélicoïdales; on pourrait, par exemple : faire avancer le cylindre le long de son axe, à mesure qu'il tournerait, les styles restant fixes; ou bien conserver seulement au cylindre son mouvement de rotation et faire mouvoir les styles parallèlement à l'axe du cylindre.

Les appareils anglais et russes présentent des exemples de ces deux procédés.

Le premier moyen est difficile à réaliser dans la pratique, quand le cylindre doit être soumis à une grande vitesse de rotation; il paraît aussi pré-

senter trop de causes d'irrégularités provenant, soit de la détérioration des filets de vis, soit de la flexion de l'axe, etc.

Nous avons donc adopté le principe du second procédé, mais nous avons cherché à l'appliquer à des dispositions mécaniques simples, et les plus capables d'offrir une garantie de solidité et de régularité dans le jeu du système.

A cet effet on fixerait les supports de tous les électro-aimants et de leurs styles sur une semelle commune en fonte (pl. III, fig. 3) qui serait portée sur des roues, et pourrait ainsi se mouvoir sur des rails parallèlement à l'axe du cylindre. Elle constituerait un *chariot porte-style* dont on assurerait encore la régularité du mouvement, s'il était nécessaire, en le forçant de glisser à frottement doux entre deux guides parallèles.

Des vis de pression fixeraient le chariot porte-style, sur le bâti général de l'appareil, quand l'emploi du chronographe avec les styles fixes suffirait aux expériences.

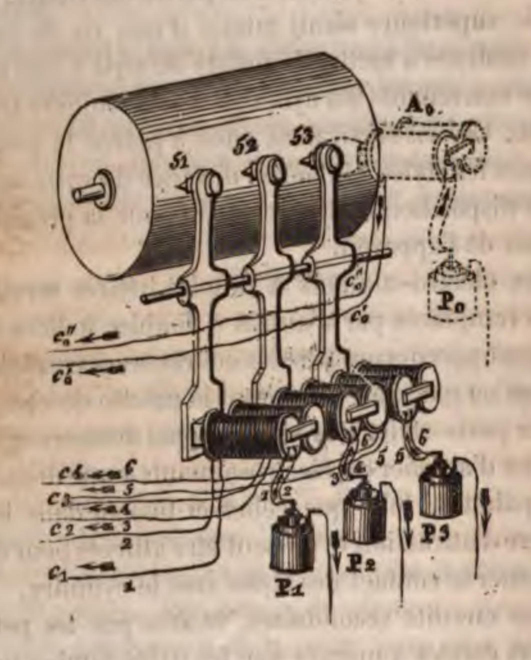
Le mouvement de translation du chariot porte-style serait produit au moyen d'un mécanisme d'horlogerie ou d'un poids agissant sur lui, soit directement par la tension d'une corde, soit par l'intermédiaire d'une vis, tournant dans des collets fixes, et engagée dans le chariot qui deviendrait un écrou mobile.

Les cordes et les courroies sans fin pourraient

cuit interrompu qu'ils doivent remplacer. On y parviendrait facilement avec le rhéostat.

Enfin les deux courants qui parcourraient les deux hélices d'une bobine seraient fournis par la même pile, et traverseraient des circuits qui présenteraient la même résistance au passage du fluide électrique.

La figure suivante représente les principales dispositions dont il vient d'être question.



La pile P_1 fournit deux courants en équilibre 1, 2, qui vont chacun dans une des hélices de l'é-

lectro-aimant du style S_1, puis l'un va dans la cible n° 1 en suivant le conducteur c_1, et l'autre 2 se rend au pôle négatif de la pile par le fil c_2.

La pile P_2 donne aussi naissance à deux courants 3, 4, qui après avoir parcouru chacun leur hélice, vont l'un, 3, à la cible n° 2 en suivant le conducteur c_3, et l'autre au pôle négatif de la pile par c_4.

La pile P_3 produit aussi deux courants 5, 6, dont l'un, 5, va à la cible n° 5, et l'autre, 6, retourne à la pile par c_6, etc.

En un mot, après avoir parcouru les hélices, les courants équilibres suivent des routes différentes ; ceux d'ordre impair vont aux cibles, et ceux d'ordre pair retournent directement aux piles.

Le jeu de l'appareil est bien simple. Quand l'expérience commence, les styles, comme on sait, ne touchent pas le cylindre ; mais lorsque le boulet a traversé la cible n° 1, et interrompu le circuit c_1, la neutralisation des courants autour de l'électro-aimant du style S_1 cesse ; sa palette est aussitôt attirée, et cette attraction, opérée dans un temps excessivement court, détermine le contact du style S_1 avec le cylindre. Le boulet arrive bientôt à la cible n° 2, la traverse, interrompt le circuit c_3, détruit la neutralisation des courants de l'électro-aimant du style S_2 ; fait attirer vivement la palette de ce dernier, et le met ainsi en contact avec le cylindre. Pendant que ce style tombe, la queue de son levier agit sur le levier coudé qui complète

aussitôt un circuit secondaire pour le courant 1 du style S_1 dont le circuit c_1 a été interrompu. L'électro-aimant de ce style est ainsi de nouveau neutralisé, et ce dernier cesse de toucher le cylindre dès que son poids a vaincu la force coercitive qui le maintient en contact avec le fer doux après le rétablissement de l'équilibre des courants. Mais ce temps est très-court et peut être très-réduit, de sorte qu'on peut admettre que la chute du style S_2 sur le cylindre fera relever celui S_1 qui est précédemment tombé. L'interruption de la cible n° 3 fera tomber le style S_3 et relever le style S_2, et ainsi de suite, de sorte qu'il n'y aura jamais qu'un style en contact avec le cylindre.

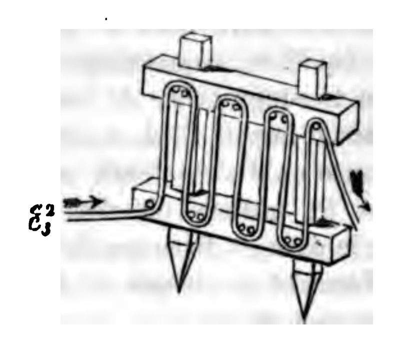
Le relèvement des styles est la conséquence de la neutralisation des électro-aimants devenus actifs par suite de l'interruption d'un de leurs courants équilibrés ; et cette neutralisation est, dans le cas précédent, due au rétablissement des courants interrompus. On pourrait aussi l'obtenir par l'interruption des courants qui donnent aux électro-aimants la puissance attractive. Il suffirait, alors, d'interrompre chacun de ces courants actifs en même temps que celui des courants équilibrés, dont l'interruption fait cesser la neutralisation dans l'électro-aimant du style qui suit.

Dans ce cas on aurait recours à la disposition suivante.

Le circuit impair C_1 du premier électro-aimant

serait mis en communication avec la cible n° 1, comme précédemment, mais le circuit pair C_2, qui lui fait équilibre, communiquerait avec une cible-réseau très-rapprochée de celle qui ferait partie du circuit impair C_3 du second électro-aimant ; de sorte qu'il s'écoulerait un temps très-court entre les instants où elles auraient été brisées par le passage du projectile. On disposerait semblablement les circuits c_4 et c_5 et les suivants. En un mot chaque cible-réseau en relation avec le *circuit impair* d'un électro-aimant, serait, excepté la première, précédée d'une autre très-rapprochée d'elle, et communiquant avec le *circuit pair* de l'électro-aimant précédent. Les fils des cibles voisines seraient en outre disposés de manière à être brisés par le projectile presque simultanément.

On conçoit que ces deux cibles jumelles pourraient être avantageusement remplacées par une seule ; car, si les deux circuits étaient isolés et contigus, on pourrait leur faire suivre les mêmes contours sur le cadre de la cible, comme on le voit dans la figure ci-jointe ; de sorte que leur rupture serait tout à fait simultanée quand le boulet traverserait la cible.



Jetons actuellement un coup d'œil sur le jeu de l'appareil dans l'hypothèse actuelle.

Quand le boulet traversera la cible n° 1, qui fait partie du circuit C_1, le style S_1 tombera sur le cylindre où il décrira une courbe; quand la cible n° 2, qui est double, sera traversée, les circuits c_2 et c_3 seront simultanément interrompus; mais l'interruption de c_2 déterminera le relèvement du style S_1, tandis que celle de c_3 produira la chute du style suivant S_2. Le passage du boulet à travers la cible double n° 3 produirait de même le relèvement du style S_2 et la chute de S_3. En un mot, le passage du boulet à travers une cible double quelconque déterminerait : 1° le relèvement du style tombé quand la précédente a été traversée; 2° la chute d'un nouveau style; de sorte qu'il n'y en aurait qu'un seul en contact avec le cylindre.

Le temps nécessaire à l'électro-aimant d'un style

pour attirer la palette, étant excessivement petit, presqu'incommensurable, et par conséquent négligeable près des temps à mesurer, on pourrait le regarder comme nul; mais il serait plus exact de le considérer comme constant, ce qui s'éloignerait peu de la vérité, si l'on réglait la hauteur de chute des styles de manière qu'elle fût égale pour tous. On aurait alors $\theta_n = \theta_{n+1}$, et la formule qui donnerait la mesure du temps, en employant cet appareil, se réduirait à :

$$T_n = t_n.$$

C'est-à-dire que le temps écoulé entre l'interruption de deux circuits quelconques, et dont on veut connaître la durée, serait égal à celui qui correspondrait à la partie de la courbe, tracée sur le cylindre, et qui serait comprise entre les points de chute des deux styles mis en mouvement par les circuits interrompus.

§ 3.

Dans le chronographe et la modification dont il a été question, c'est l'arc décrit sur le cylindre par suite de la chute d'un style, soit pendant la durée totale de leur contact, soit seulement jusqu'à la chute du style suivant, qui sert à mesurer le temps écoulé entre les instants où les courants moteurs

des styles ont été interrompus. Au lieu de faire tomber les styles sur le cylindre, on pourrait aussi les disposer de manière qu'ils fussent naturellement en contact avec lui, et décrivissent sur sa surface des hélices ou des cercles qui seraient interrompus quand ce contact cesserait par suite d'une modification dans les électro-aimants moteurs. De sorte que le temps écoulé entre les instants où changerait l'état d'un électro-aimant pourrait se déduire de la grandeur de la solution de continuité produite dans la courbe pendant le relèvement du style correspondant. De même le temps écoulé entre les modifications de même nature survenues dans deux électro-aimants consécutifs, se déduirait de la solution de continuité produite dans la courbe du premier style, mais seulement de la partie de cette interruption comprise entre son origine et le point où le second style aurait cessé de décrire sa propre courbe.

Le jeu des styles étant tout à fait symétrique dans le projet actuel et le chronographe précédemment décrit, il suffirait de changer les signes de θ et de θ' dans les formules (1) (2), chap. V, art. I. A, § 4, pour avoir celles qui conviendraient à l'appareil en question. Les nouvelles formules qui seraient :

$$T_n = t_n + \theta'_n - \theta_n.$$

$$T_n = t_n + \theta'_n - \theta'_{n+1}.$$

donneraient le temps T_n en fonction de la grandeur de la solution de continuité correspondant au

temps t_n, qui est du reste aussi représenté par une courbe continue d'égale grandeur (1).

Le temps T_n déduit de la première de ces formules dépendant des durées généralement inégales de relèvement θ'_n et de chute θ_n, on retombe ainsi dans les inconvénients de l'appareil de M. Wheatstone; il faudra alors calculer la valeur de la différence $\theta'_n - \theta_n$ afin de les éviter. Le calcul de $\theta'_n - \theta_n$ se ferait comme pour la détermination des $\theta_n - \theta'_n$, ch. V, sect. II A. § 5 1°.

L'emploi de la formule 2 est exempt de cet inconvénient, car le temps T_n dépend : de celui t_n correspondant à l'interruption du tracé hélicoïdal, qui

(1) Quand le temps est mesuré par une courbe continue décrite par un style, il n'y a aucune difficulté pour obtenir, soit la grandeur absolue, soit la partie comprise entre les points de chute des deux styles consécutifs. Mais il serait difficile de déterminer la grandeur de la solution de continuité d'une courbe si on n'avait le moyen de compter le nombre des spires non décrites; on obviera à cet inconvénient en établissant simultanément le contact du cylindre avec tous les styles; car alors tous décriront des hélices semblables, de sorte que si on interrompt le tracé de l'une d'elles à une époque et pendant un temps quelconque, la comparaison de cette courbe à la suivante non interrompue, ou mieux, leur développement respectif, suffira pour faire connaître la grandeur absolue de la solution de continuité.

On déterminerait aussi facilement la grandeur de l'interruption hélicoïdale qui sépare le point où a cessé la courbe décrite par un style, de celui où s'est arrêtée celle que le style suivant décrirait avant d'être soulevé à son tour.

est comprise entre les points où les deux styles successivement soulevés S_n S_{n+1} ont cessé de décrire leur courbe; et des temps de soulèvement θ'_n θ'_{n+1}, qui sont des quantités de même nature.

Si les styles étaient soulevés instantanément, quand l'état de leurs électro-aimants serait modifié, on aurait $\theta'_n = o$ $\theta'_{n+1} = o$, etc., et la formule se réduirait à l'expression très-simple :

$$T_n = t_n.$$

Cela aurait lieu si on déterminait le soulèvement des styles par attraction, car le temps qui s'écoulerait entre l'instant où un courant active l'électro-aimant et celui où ce dernier agit est tout à fait imperceptible. On pourrait donc alors admettre que $\theta'_n = o$, $\theta'_{n+1} = o$, etc.

La modification que l'appareil devrait subir pour acquérir cette propriété serait très-légère; il suffirait simplement : 1° de disposer les styles de manière que leur centre de gravité fût un peu au-dessus de leur axe de rotation pour qu'ils s'appuyassent sur le cylindre ; 2° de placer des électro-aimants à hélices équilibrées, à la partie supérieure des leviers porte-style, afin que leur puissance attractive, en agissant sur ces derniers, les fît soulever au lieu de les faire tomber sur le cylindre comme dans la disposition décrite dans le paragraphe précédent, fig. . Un de ces électro-aimants est représenté ou ponctué dans la figure où nous renvoyons.

Les mesures préliminaires indiquées dans le paragraphe précédent étant prises, on verra que le passage du boulet à travers la cible n° 1 fera relever le style S_1; qu'en traversant la cible double n° 2, il produira instantanément le relèvement du style S_2 et peu après la chute de S_1, retardée seulement par la force coercitive de l'électro-aimant. La rupture de la cible n° 3 ferait de même relever le style S_3 et retomber le style S_2; et ainsi de suite.

En adoptant cette modification, le temps écoulé entre les interruptions successives des circuits impairs de deux styles, serait alors représenté par celui t_n, qui correspond exactement à l'interruption du tracé comprise entre les points où les styles ont cessé de décrire leur courbe, et on aurait ainsi constamment comme dans le paragraphe 1 :

$$T_n = t_n.$$

Cette dernière disposition vaut mieux que la précédente, parce qu'elle fait disparaître l'erreur due au temps employé par les styles pour venir toucher le cylindre.

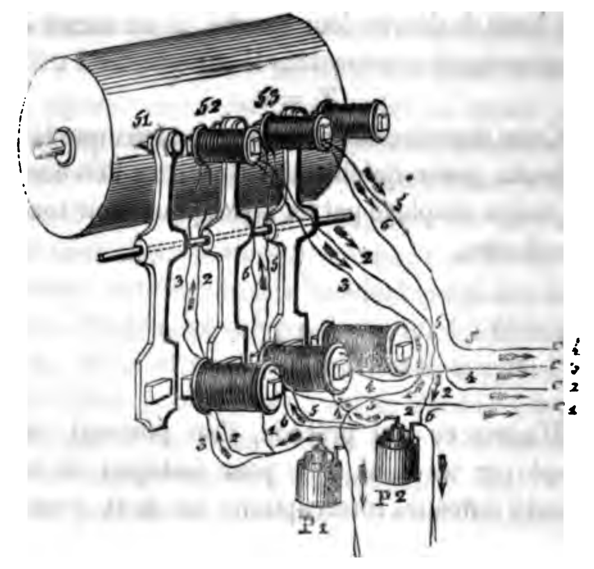
§ 4.

D'après ce qui précède, l'on pourrait encore employer un seul style pour indiquer lè temps écoulé entre les interruptions des deux courants,

si on déterminait sa chute et son relèvement par la puissance attractive d'un électro-aimant.

On emploierait à cet effet la disposition suivante qui comprend les deux précédentes, puisque nous voulons faire tomber et relever les styles par attraction. Ainsi les parties inférieures et supérieures des leviers porte-style seraient soumises à l'influence d'aimants à courants équilibrés, de sorte que, dans la disposition actuelle, les moyens précédemment indiqués pour faire relever ou retomber les styles mis en jeu par l'interruption des circuits impairs, deviendraient inutiles.

La figure suivante représente les principales dispositions de l'appareil modifié pour remplir l'objet en vue.



De la pile P_1 partent trois courants d'égale intensité 1, 2, 3, dont deux, 1, 2, passent dans les hélices neutralisées de l'électro-aimant inférieur du style S_1, puis vont l'un, 1, à la cible n° 1 par le conducteur c_1 et l'autre dans une hélice supérieure de l'électro-aimant du même style S_1 d'où il se rend par c_2 à la cible n° 2. Le courant 3 va directement de la pile dans la seconde hélice de l'électro-aimant supérieur qui est ainsi neutralisé, puis retourne à la pile. De même des trois courants 4, 5, 6, fournis par la pile P_2, deux, 4, 5, se neutralisent dans les hélices de l'électro-aimant inférieur de S_2, puis l'un, 4, va à la cible n° 3 par c_3, et l'autre dans une hélice de l'électro-aimant supérieur avant d'aller à la cible n° 4 par c_4; le troisième courant, 6, après avoir parcouru la seconde hélice de cet électro-aimant, se rend à la pile P_2. Il en serait de même pour les autres styles.

Maintenant supposons que le boulet traverse successivement les cibles n° 1, n° 2, n° 3, n° 4 placées sur son passage, il interrompra les circuits 1 — c_1, 2 — c_2, 4 — c_3, 5 — c_4, dont elles font partie. L'interruption du circuit 1 — c_1 rendra actif l'électro-aimant inférieur qui, par son attraction, déterminera la chute du style S_1 sur le cylindre ; celle du circuit 2 — c_2 rendra actif l'électro-aimant supérieur du même style, qui sera relevé par attraction. L'interruption du circuit 4 — c_3 déterminerait de même la chute du style S_2,

et celle du circuit 5 — c_4 son relèvement. De même pour les suivants.

Avant d'aller plus loin, il faut remarquer que l'interruption du circuit 1 — c_1 augmente d'un *sixième* l'intensité des courants 2 — c_2 et 3, et que la rupture des circuits 2 — c_2 *double* alors celle du courant 3 ; de sorte que l'énergie de l'électro-aimant supérieur l'emporte de beaucoup sur celle de l'électro-aimant inférieur, ce qui lui donne la puissance de vaincre facilement la résistance que la force coercitive de ce dernier opposerait à son action. Les mêmes avantages se retrouvent dans le jeu de chaque style.

Il est évident que si l'on supposait tous les styles primitivement en contact avec le cylindre, au lieu d'en être éloignés, on pourrait aussi n'employer que la solution de continuité de la courbe décrite par un style pour marquer le temps écoulé entre l'interruption de deux circuits. Il suffirait, pour réaliser cette modification, de changer réciproquement de place les deux électro-aimants de chaque style dans l'appareil représenté par la figure précédente, tout en conservant les autres dispositions.

Les deux appareils modifiés dont on vient de parler donnant le temps à mesurer par la grandeur d'une courbe ou d'une solution de continuité déterminée par le double jeu d'un style, auraient peu de supériorité l'un sur l'autre.

On voit donc que l'on pourrait employer un

seul style pour mesurer le temps écoulé entre les instants où deux circuits ont été interrompus. Mais l'emploi de cet appareil exigerait que les trois courants de chaque pile fussent préalablement équilibrés dans les hélices des électro-aimants supérieurs et inférieurs.

§ 5.

Dans les modifications précédentes proposées pour donner plus de précision au jeu des styles, on a supposé que les temps écoulés entre l'instant de l'interruption d'un circuit et celui où le style sollicité par l'électro-aimant venait toucher le cylyndre était assez petit pour être négligeable, ou du moins qu'il pouvait être regardé comme égal pour tous les styles. Il serait facile de s'assurer de la nullité de la petitesse ou de l'égalité des temps de chute. Il suffirait, pour cela, d'interrompre simultanément les circuits impairs de tous les styles, puis leurs circuits pairs, au moyen du plateau, disjoncteur comme on l'a exposé pour un seul style dans ce chapitre (Sect. II. A, § 5, 1re.)

La position des points de chute ferait connaître si elle est simultanée pour tous les styles; ils seraient alors tous en ligne droite, et cette ligne passerait par l'origine de l'arc interrupteur dans le cas particulier où les temps de chute seraient nuls. Dans

le cas, au contraire, où les temps seraient inégaux, les points seraient situés sur différentes génératrices, et leur distance à la génératrice initiale de l'arc interrupteur servirait à calculer la valeur des temps cherchés.

On reconnaîtrait de même si le temps nécessaire aux styles tombés pour se relever, est nul, constant ou variable, et on en tiendrait compte, si cela était nécessaire, mais on reconnaîtra facilement qu'il sera toujours négligeable et qu'on pourra le regarder comme nul.

Telles sont les principales modifications qu'on pourrait faire subir à l'appareil primitif pour généraliser son emploi, affranchir le jeu des styles de l'influence de la force coercitive et rendre son usage plus facile. Il suffirait, pour les obtenir, de placer tous les styles sur un chariot et de remplacer par des électro-aimants à courant équilibré et convenablement disposés, ceux à simple hélice du premier appareil. Mais parmi ces dispositions des électro-aimants, celle qui paraît théoriquement supérieure est celle du paragraphe 3.

Ainsi, le chronographe électro-magnétique dont les styles seraient portés par un chariot comme on l'a dit § 1, et joueraient comme on l'a vu, § 3 de cet article, devrait être préféré, d'autant plus qu'il est à l'abri des principales objections dont le premier projet a été l'objet.

Cet appareil perfectionné réaliserait-il dans la

pratique les prévisions de la théorie, c'est ce que l'expérience seule pourrait décider, malgré l'opinion favorable émise par plusieurs hommes d'une grande expérience, car, l'application d'une idée rencontre fréquemment des difficultés imprévues, et nous n'avons pas la prétention d'être infaillible.

B. PENDULE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE A ARRÊT.

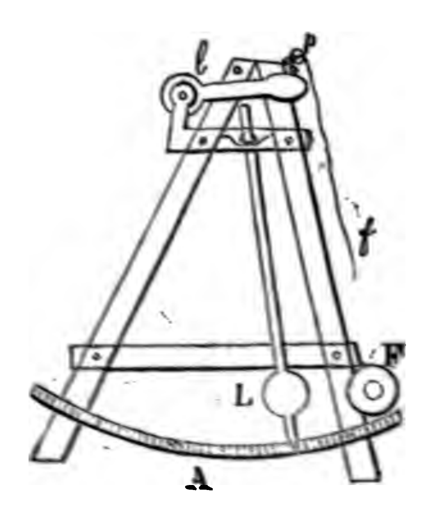
§ 1er.

Ce pendule diffère seulement de celui que le colonel Parizot a imaginé, pour mesurer la durée de la combustion des fusées, en ce qu'il serait mis en mouvement et arrêté par l'influence du fluide magnétique.

Le pendule Parizot, consiste essentiellement, comme on sait, en un pendule ordinaire L, qui oscille sur un grand arc de cercle A, divisé en cent parties pour donner des centièmes de seconde, et qui est susceptible d'être arrêté à une époque quelconque de son oscillation, par la chute d'un *levier-arrêt l* sur le sommet de la tige porte-lentille.

Dans les expériences où cet appareil est employé pour mesurer la durée d'un événement quelconque, on soulève le levier-arrêt, au moyen d'un

fil passant sur la poulie *p*, puis on écarte le pendule L de la verticale et on le maintient dans cette position jusqu'à ce que l'expérience commence. Alors la tige du pendule devient libre et l'oscillation commence. Quand l'expérience est terminée, le levier-arrêt qui, pendant sa durée, a été tenu éloigné de l'extrémité supérieure de la tige du pendule, tombe sur celle-ci, et la pression qu'il exerce arrête aussitôt le mouvement oscillatoire.



On compte alors le nombre des divisions parcourues par le pendule sur le limbe gradué et on prend ce nombre pour représenter en *centièmes de seconde* la durée du temps écoulé.

Cette mesure n'est pas rigoureusement exacte, car elle suppose que le mouvement du pendule est

uniforme pendant l'oscillation, ce qui n'a pas lieu; mais cette exactitude est suffisante dans un grand nombre de cas.

Quand on se sert de cet appareil pour mesurer la durée de la combustion d'une fusée de projectile creux; celle-ci est maintenue, par un ressort dans un logement spécial F. Dans ce cas, le pendule et le levier-arrêt sont tenus hors de leur position d'équilibre, par des fils, et mis en liberté par la combustion de ces fils au commencement et à la fin de l'expérience. La durée de l'oscillation est ainsi déterminée mécaniquement par celle de la combustion de la fusée.

§ 2.

L'objet du *pendule électro-magnétique à arrêt* était de généraliser l'emploi du procédé mécanique dépendant de l'événement à observer pour mettre le pendule en mouvement et l'arrêter.

A cet effet, je proposai, dans mon Mémoire de 1847, d'employer des électro-aimants pour retenir le pendule et le levier-arrêt hors de leur position d'équilibre. La disposition de ces électro-aimants devait être telle que l'oscillation commençât lorsque le courant de l'électro-aimant du pendule serait interrompu, et s'arrêtât quand aurait lieu l'interruption de celui du levier-arrêt. (Pl. IV,



fig. 1.) De sorte que le temps écoulé entre les interruptions de deux courants aurait été mesuré par le nombre des divisions du limbe correspondant aux oscillations entières ou fractionnaires du pendule.

§ 3.

Il serait facile d'employer ce pendule pour mesurer le temps employé par un projectile pour parcourir un arc de trajectoire. Il suffirait, pour cela, de mettre respectivement en communication avec deux cibles-réseau, placées à l'origine et à la fin de l'arc, le fil conducteur C_1 de l'électro-aimant du pendule et celui C_2 du levier-arrêt. Car, lorsque le boulet aurait traversé la première cible, le pendule, alors mis en liberté, commencerait à osciller et il s'arrêterait quand le boulet, aurait traversé la seconde cible et interrompu le courant de l'électro-aimant du levier-arrêt, puisque celui-ci, n'étant plus soutenu, tomberait sur la tige oscillante.

Connaissant le point de départ du pendule, la grandeur de l'arc qu'il a décrit, on déduirait de ces données, en ayant égard à la variation de vitesse, la durée du mouvement du pendule, et par conséquent, le temps employé par le projectile pour parcourir l'espace qui sépare les deux cibles.

Cet appareil pourrait servir à mesurer les temps

employés par un projectile pour parcourir plusieurs arcs de trajectoire. Voici comment nous avons indiqué dans le Mémoire de 1847, les dispositions à prendre pour atteindre ce but.

« On emploiera (pl. IV, fig. 2) autant de pendules, en relation avec des cibles-réseau qu'il y aura d'arcs, puis on mettra le courant du levier-arrêt de chaque pendule en communication avec celui de la tige du pendule suivant, afin que ce dernier se mette en mouvement quand le précédent s'arrêtera. Alors les temps T_1, T_2, T_3, etc., correspondant au nombre d'oscillations entières ou fractionnaires des divers pendules exprimeront les temps employés par le projectile pour parcourir les intervalles successifs compris entre deux cibles métalliques. » Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails à ce sujet, d'autant plus que la figure 2 de la pl. IV complétera ce que la description précédente peut avoir d'insuffisant.

§ 4.

Le pendule-Parizot, comme nous l'avons déjà dit, donne des résultats approximatifs, car on néglige l'influence de la variation de vitesse du pendule, et le temps employé par le levier-arrêt pour tomber sur la tige de ce pendule. Ces inconvénients pourraient être évités dans l'emploi du pen-

dule électro-magnétique en graduant le limbe d'après la loi des vitesses acquises pendant l'oscillation et en tenant compte de la hauteur de la chute du levier-arrêt. Mais le jeu du pendule serait en outre influencé par la force coercitive des électro-aimants. Aussi cet appareil, comme le précédent, ne serait-il susceptible d'être employé, avec avantage, que pour mesurer des temps assez longs pour que de petites erreurs fussent négligeables.

Ces appareils ne pourraient du reste servir à mesurer des temps très-courts, car l'arc qui sert de mesure commence à l'origine de l'oscillation où la vitesse du pendule est nulle, et par conséquent où l'arc décrit dans un temps très-court serait presque nul ou difficile à apprécier.

Ainsi dans le cas où l'on voudrait les employer dans les expériences de balistique, il faudrait mettre une assez grande distance entre les deux cibles que le boulet devrait successivement traverser, et par conséquent l'emploi des formules où entre l'expression de la résistance de l'air, serait nécessaire pour calculer la vitesse de projectile.

§ 5.

Pour faire disparaître l'influence de la force coercitive il suffirait de chercher une disposition mécanique qui fît agir les électro-aimants par at-

traction, au lieu d'employer leur désaimantation, pour mettre en mouvement le pendule et le levier-arrêt.

Le mécanisme adopté pour mettre, à volonté, le pendule en mouvement consiste (pl. IV, fig. 3) dans un levier coudé en fer, dont une des branches est terminée par un taquet, destiné à maintenir le pendule écarté hors de la verticale, et dont l'autre porte à son extrémité une palette en fer doux qui est placée dans la sphère d'attraction d'un électro-aimant qui doit l'attirer avec force quand il sera en activité. Ce levier et l'électro-aimant, qui est à bobine double et à courants équilibrés, forment un système mobile qu'on peut fixer sur le limbe au point choisi pour l'origine de l'oscillation du pendule.

Le levier-arrêt L est soutenu à une petite distance au-dessus de la tige du pendule par un petit levier coudé, et il est mis en liberté, pour arrêter le pendule, par l'action d'un électro-aimant à courants équilibrés qui agit sur une branche de ce levier.

Au moyen de la figure (pl. IV, fig. 3), il est facile de se rendre compte du jeu de l'appareil modifié, comme on vient de le voir. Supposons les courants des électro-aimants équilibrés, le pendule maintenu hors de la verticale par le levier coudé *l*, le levier-arrêt L tenu au-dessus de la tige du pendule par le levier coudé *l'* ; on voit que l'interruption du courant c_1, rompant l'équilibre

autour de l'électro-aimant E_1 déterminera le mouvement oscillatoire du pendule, et que la rupture du circuit c_2 fera tomber le levier L sur la tige de ce pendule dont il arrêtera aussitôt le mouvement.

Il serait facile de faire l'application de cet appareil à la mesure d'un arc de trajectoire, en mettant les circuits c_1 et c_2 en communication avec les cibles n° 1 et n° 2.

Avec l'appareil ainsi modifié, le mouvement du pendule et celui du levier-arrêt sont produits en même temps que les courants correspondants sont interrompus ; de sorte qu'il n'y a plus à s'occuper que de la correction nécessitée par le temps de chute du levier L. Mais, comme l'origine de la chute et le point d'arrivée sont connus, il sera toujours facile de faire cette correction en ayant égard à la loi de la chute des corps. Ainsi cet appareil modifié sera préférable au précédent.

On pourrait aussi employer plusieurs pendules modifiés pour mesurer une suite de durées, par exemple, les temps de trajet de plusieurs arcs de trajectoire.

Dans ce cas on disposerait les circuits équilibrés de la manière suivante (pl. IV, fig. 4).

Le courant c_1, après avoir circulé autour de l'électro-aimant E_1 du premier pendule, va directement à la cible n° 1.

Le courant c_2 qui fait équilibre au précédent

dans l'électro-aimant E_1, circule ensuite autour de l'électro-aimant E'_1 du levier-arrêt L_1 du premier pendule, puis de là, autour de l'électro-aimant E_2 du second pendule d'où il se rend à la cible n° 2.

Le courant c_2 est équilibré autour des électro-aimants E'_1 et E_2 par un courant C_3 qui circule ensuite autour des électro-aimants E'_2 du levier L_2 du second pendule, et E_3 du troisième pendule, d'où il se rend à la cible n° 3.

Un courant c_4 fait équilibre au courant c_3 autour des électro-aimants E'_2, E_3, puis va à la cible n° 4.

Il est maintenant facile de se rendre compte du jeu de ce système de pendules.

Quand C_1 est interrompu, l'équilibre de E_1 est détruit et le pendule P' commence à osciller : quand C_2 est interrompu, l'équilibre détruit dans les électro-aimants E'_1 et E_2, met simultanément en mouvement le levier-arrêt L_1 et le pendule P'' ; quand C_3 est interrompu, le levier arrêt L_2 et le pendule P''' sont mis en mouvement ; enfin l'interruption de C_4 fait tomber le levier-arrêt L_3 qui arrête le pendule P_3.

Ainsi, quand l'interruption d'un circuit c_2, c_3 etc., détruit l'équilibre de l'électro-aimant d'un pendule, afin de le mettre en mouvement, elle détruit en même temps celui de l'électro-aimant du levier-arrêt précédent qui tombe aussitôt sur la tige de son pendule pour arrêter le mouvement os-

cillatoire. De sorte que chaque pendule se met en mouvement quand le précédent s'arrête. Cependant l'arrêt a lieu un peu après le départ du pendule à cause du temps employé par le levier pour toucher sur la tige, mais ce temps serait toujours très-court.

Le jeu du système étant expliqué on en ferait facilement l'application pour déterminer les durées du parcours de plusieurs arcs de trajectoire.

La disposition que nous avons adoptée ferait ainsi disparaître les erreurs dues à l'influence de la force coercitive, et celles qui proviennent de la chute du levier-arrêt, en supposant que leur choc sur les tiges des pendules arrêtât spontanément leur mouvement. Mais le procédé d'arrêt paraît insuffisant pour obtenir ce résultat, et il est difficile d'en trouver un qui le fasse atteindre, car il faudrait pour cela qu'il possédât le pouvoir de détruire instantanément la force vive du pendule. M. le capitaine Navez de l'artillerie belge, a vainement essayé plusieurs ingénieuses dispositions pour arrêter spontanément le pendule en mouvement, elles ont toutes été infructueuses (1).

Enfin l'appareil modifié, a, comme le premier, l'inconvénient de ne pouvoir servir à mesurer avec une précision suffisante que des temps assez longs.

---

(1) *Moniteur de l'Armée*, 26 janvier 1851.

Il ne pourrait donc pas servir à la mesure immédiate de la vitesse des projectiles, mais il serait très-utile pour la calculer en fournissant des données aux formules ou entre la fonction représentative de la résistance de l'air.

On a trouvé le moyen d'éviter l'arrêt spontané du pendule pour déterminer l'arc qu'il décrit, et d'obtenir en même temps une plus grande précision dans la mesure des temps. M. le capitaine Navez, qui, comme nous le verrons dans un des chapitres suivants, s'est occupé avec succès de l'application de l'électricité aux expériences de l'artillerie, a résolu d'une manière très-ingénieuse le problème difficile de déterminer la grandeur et la position de l'arc décrit par un pendule, pendant le temps à mesurer sans avoir besoin d'arrêter son mouvement. Cet officier distingué a encore imaginé de rendre le pendule propre à mesurer des temps très-courts, au moyen d'une disposition qui lui fait décrire l'arc correspondant au temps à mesurer dans la partie inférieure de la courbe d'oscillation où la vitesse de la lentille est la plus grande.

J'ai de mon côté résolu ce problème important, et mes recherches m'ont conduit (1) à un appareil tout à fait différent de l'appareil belge, dont les dispositions m'étaient encore inconnues.

---

(1) Comptes-rendus de l'Institut de France, oct. 1851

C. PENDULE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE A STYLE.

§ 1.

Nous avons déjà dit que la vitesse du pendule variant à mesure qu'il passait en différents points du limbe (1), les arcs égaux ne représentaient pas des temps égaux, car le temps est fonction de cette vitesse. Celle-ci est maxima quand le pendule oscille dans la partie inférieure du limbe, ainsi que le montrent d'ailleurs les formules *a* et *b*; de sorte qu'une division y sera parcourue dans un temps

---

(1) Les circonstances du mouvement d'un pendule composé étant les mêmes que pour un pendule simple, dont la longueur égalerait la distance du centre de suspension à celui d'oscillation dans le premier; si on conçoit la masse du corps oscillant réunie au centre d'oscillation, on n'aura plus à considérer qu'un pendule simple dont les oscillations sont synchrones avec celles du corps.

Maintenant, soit un pendule simple OM oscillant de Q vers A, fig. *A*, désignons par W la vitesse angulaire, c'est-à-dire la vitesse du point de la ligne MO = L, qui est distant de O de l'unité; comme les circonférences sont entre elles comme les rayons, les vitesses des points qui le décrivent seront dans le même rapport. Ainsi, la vitesse du point M sera LW ou V, et on aura les LW = $\sqrt{2g + DG}$; or, comme DG = OG — OD, et que OMG, OQD donnent OG = L cos θ, OD = L cos f, on aura pour triangles l'expression de la vitesse variable de M :

$$(a)\quad V = LW = \sqrt{2gL(\cos\theta - \cos f)}.$$

qui dépend de l'angle du départ du pendule et de celui α qu'il

minimum, ou qu'un temps donné y sera représenté par le plus grand arc possible. Il faut donc, comme l'a fait M. Navez, chercher à faire décrire dans la partie inférieure de la courbe d'oscillation du pendule, l'arc correspondant au temps à mesurer.

Ainsi il faut : 1° déterminer d'une manière exacte la grandeur et la position de l'arc décrit sur le limbe par le pendule pendant le temps à mesurer ; 2° calculer le temps correspondant à un arc de grandeur et de position déterminées, connaissant l'angle de départ du pendule.

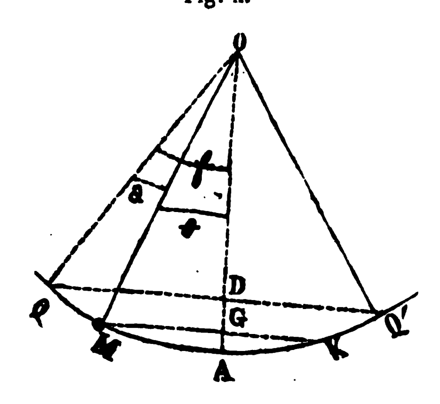
La grandeur de l'arc décrit par le pendule, pendant

---

a décrit pour atteindre le point M où l'on veut connaître sa vitesse, car $\theta = f - \alpha$, de sorte que pour mettre cette dépendance en évidence on peut écrire :

$$(b)\quad V = \sqrt{2\,g\,L\,[\cos(f-\alpha) - \cos f]}.$$

Fig. A.



un temps quelconque, serait entièrement déterminé si on pouvait reconnaître exactement la position de la tige au commencement et à la fin de l'arc à mesurer. Il est évident que la position de l'arc décrit sur le limbe, serait aussi donnée par le nombre de degrés qui séparerait son origine du point de départ du pendule. Ainsi la question est ramenée à déterminer exactement l'arc décrit par le pendule pendant le temps à mesurer.

Mais cette détermination doit avoir lieu sans arrêter le mouvement du pendule puisque, jusqu'ici, on n'a pas de moyen suffisant pour produire cet arrêt instantanément ou dans un temps parfaitement connu.

L'observation directe serait une opération très-délicate et par conséquent soumise à de trop nombreuses chances d'erreurs, même pour des observateurs habiles et expérimentés, pour que ce mode d'observer puisse être admis dans les expériences où la précision est indispensable.

Nous avons, dans ce but, proposé, en 1851, un moyen mécanique pour indiquer les positions du pendule au commencement et à la fin du temps à mesurer. Ce moyen consistait à faire tomber un style sur le limbe à l'instant même où le temps commençait et à le faire relever quand il finissait.

Le limbe pourrait être fixe et le style mobile, ou bien le style fixe et le limbe mobile, ou bien ils pourraient être tous les deux mobiles.

Dans le premier cas le pendule, conservant sa forme ordinaire, porterait le pinceau ou le style dans sa lentille avec le mécanisme destiné à le mettre en jeu.

Dans le second, le pendule porterait à sa partie inférieure un limbe gradué qui, pendant qu'il oscillerait devant le style, recevrait une trace quand ce dernier viendrait le toucher. Ce moyen étant analogue à l'emploi d'un style fixe et d'un cylindre ou plateau tournant autour de son axe, nous le regarderons comme un cas particulier de notre chronographe à style, et nous ne nous en occuperons pas.

Dans le troisième cas, on ferait osciller à la fois et en sens contraire le pendule et le limbe, de manière que le style décrirait des arcs doubles pour un temps donné. Cette solution rentrant dans les précédentes nous ne nous y arrêterons pas.

Nous nous occuperons donc seulement du premier cas, de celui où le pendule porte et fait osciller le style et son mécanisme moteur.

§ 2.

Le mécanisme oscillant destiné à mettre le style en jeu doit être en relation directe avec les événements dont il s'agit de mesurer l'arrivée, par exemple avec les cibles dont il faut indiquer spon-

tanément la rupture. L'électro-magnétisme a permis de vaincre les difficultés du problème et d'établir cette relation. La description de l'appareil fera connaître le moyen employé pour la maintenir indépendamment du mouvement du pendule.

Le *pendule électro-magnétique à style* (pl. IV, *fig*. 5 et 6) se compose :

1° D'un montant S en fonte, avec branches, portant tout le système;

2° D'un limbe gradué AA au-dessus duquel le pendule doit osciller;

3° D'un arc ou chemin de fer circulaire BB sur lequel peut se mouvoir le chariot C qui porte l'électro-aimant E;

4° D'un électro-aimant E destiné à tenir le pendule écarté de la verticale;

5° D'un pendule P portant dans sa lentille un système composé d'un levier coudé porte-style *l*, et d'un électro-aimant *e* à courants équilibres destiné à le mettre en mouvement; un petit ressort empêche le style de toucher le limbe AA, et une petite vis de rappel sert à opérer le mouvement nécessaire. Le pendule est suspendu par deux vis *vv'* terminées en cône que viennent presser les deux extrémités de son axe, qui sont en acier trempé et légèrement évidées, de sorte que le pendule pourrait être écarté de la verticale d'une quantité quelconque. Cet écart est limité à 90° dans l'appareil.

L'axe de rotation du pendule porte de chaque

côté de la tige deux petits disques métalliques, *a*, *b*, *a'*, *b'* qui tournent avec lui, mais qui plongent toujours, chacun, dans un petit godet isolé plein de mercure. Ils servent à mettre et à maintenir les hélices de l'électro-aimant de la lentille en communication avec les piles et les cibles qui, avec elles, forment des circuits complets pour les courants équilibrés.

Les communications s'établissent de la manière suivante :

La pile P_1 fournit un courant au conducteur qui monte s'attacher au godet du disque *a*, il passe dans ce disque, de là dans l'hélice de l'électro-aimant de la lentille, remonte au disque *a'*, passe dans le mercure du godet et de là dans le conducteur c_1 d'où il va au pôle négatif de la pile.

La pile P_2 fournit un courant qui doit faire équilibre à celui venant de P_1 et on règle en conséquence les résistances qu'il doit surmonter. Ce courant suit une marche semblable à celle du précédent en passant par *b*, *b'* et c_2.

Maintenant il est facile de se rendre compte du jeu du style. Supposons (pl. IV, fig. 5-6,) les piles P_0, P_1, P_2 en activité, le pendule maintenu écarté de la verticale par l'attraction de l'aimant E et les courants équilibrés dans l'électro-aimant de la lentille.

Si on interrompt le circuit P_0 C_0 où passe le courant qui aimante E, l'aimantation cessera et le

pendule cessant d'être attiré commencera son oscillation. Si on interrompt, soit en même temps, soit à une époque quelconque un des deux courants équilibrés de l'électro-aimant *e*, P_1 *a a'* c_1, par exemple, la neutralisation de cet électro-aimant cessera et l'attraction du levier coudé *l* mettra le style en contact avec le limbe sur lequel il tracera un arc de cercle jusqu'au moment où il sera relevé, ce qui aura lieu quand l'interruption de l'autre circuit P_2 *b*, *b'* c_2, fera cesser l'aimantation de *e*; de sorte que l'arc décrit correspondra exactement au temps écoulé entre les interruptions des circuits c_1 et c_2, sauf l'erreur minime due à l'action de la force coercitive.

Connaissant ainsi de grandeur et de position, l'arc décrit pendant un certain temps, partant d'un point connu, on pourra calculer exactement ce temps soit au moyen des formules que donne la mécanique, soit par le procédé plus simple de M. le général Poncelet, dans sa *mécanique industrielle*.

Le temps employé par le style pour venir toucher le limbe quand le circuit P_1 *a a'* c_1 est coupé, est pour ainsi dire nul, puisque le contact est produit par attraction; mais il n'en est pas de même pour le temps nécessaire à la cessation du contact du style et du limbe, car la force coercitive de l'électro-aimant *e* s'oppose à ce que le jeu du levier soit instantané. Cette différence de temps peut produire

des erreurs qui ne seraient pas négligeables quand l'appareil serait employé à mesurer des instants très-courts.

On pourrait éviter cet inconvénient, en interrompant simultanément les deux circuits $P_1\,a\,a'\,c$, $P_2\,b\,b'\,c_2$, quand le pendule est en mouvement et au bas de la courbe d'oscillation, car il arrivera deux choses; ou le style ne fera qu'un point, ce qui indiquera que les temps de chute et de relèvement sont égaux, et par conséquent, qu'il n'y a pas lieu de s'en occuper; ou bien le style fera une marque plus ou moins longue et sa grandeur indiquera la diminution à faire subir à l'arc décrit pour qu'il représente, avec exactitude, le temps cherché.

On pourrait aussi employer la chute de deux styles avec électro-aimants indépendants et placés dans la lentille (fig. 7) pour marquer sur le limbe l'origine et la fin de l'arc décrit par le pendule. Alors on pourrait considérer le temps employé pour la chute de chaque style comme nul ou constant, et par conséquent il n'y aurait pas de correction à faire subir à l'arc décrit.

Dans ce cas, les électro-aimants des styles pourraient être à simple hélice, pourvu que les circuits dont elles font partie fussent seulement complétés, l'un, quand le temps à mesurer commence et l'autre quand il finit, conditions auxquelles il est facile de satisfaire, comme on le verra plus loin.

On a donc le moyen de déterminer exactement la grandeur et la position de l'arc décrit par le pendule pendant un temps à mesurer, et par conséquent le but qu'on avait en vue a été atteint.....

§ 3.

Nous allons faire voir comment on pourrait calculer le temps correspondant à un arc déterminé en grandeur et de position pour un certain angle de départ du pendule.

On a vu que la vitesse du pendule est représentée par

$$V = \sqrt{2\, g\, L\, [\cos(f - \alpha) - \cos f]}$$

Cette formule montre que la vitesse d'un pendule quelconque croît avec f et est maxima quand $f = 90^{\circ}$; l'appareil permet de donner au pendule cet angle de départ, de sorte que la formule appropriée à ce cas particulier devient :

$$V = \sqrt{2 g\, L \cos(90^{\circ} - \alpha.)}$$

C'est cette formule ainsi préparée qu'on emploierait pour calculer la vitesse du pendule en un point quelconque de son oscillation. Elle servira aussi pour calculer le temps T employé pour parcourir un arc quelconque du limbe.

L'emploi de la formule de mécanique étant assez long, il est préférable d'employer la méthode de M. Poncelet pour obtenir la loi d'un mouvement

varié quelconque; sa précision est suffisante, car M. le capitaine Navez a employé ce procédé pour calculer le temps employé par son pendule pour parcourir un arc quelconque, et il n'a donné lieu à aucune observation dans les expériences où l'appareil a été mis en usage.

Pour faire ce calcul, on partagera l'arc S, dont on veut connaître le temps de parcours en n partiel $\Delta \varsigma' \; \Delta \varsigma'' \; \Delta \varsigma''' \; \ldots \; \Delta \varsigma^n$ assez petites pour qu'on puisse considérer les vitesses $v' \; v'' \; v''' \; \ldots \; v^n$ acquises par le pendule au commencement de chacune d'elles, comme constantes pendant leur parcours. De sorte qu'en appelant $t \; t' \; t'' \ldots t^n$ les temps du parcours de chaque élément $\Delta \varsigma$, $\Delta \varsigma'$, $\Delta \varsigma'''$, ... $\Delta \varsigma^n$, on aura :

$$t' = \frac{\Delta \varsigma'}{v'} \; t'' = \frac{\Delta \varsigma''}{v''} \; t''' = \frac{\Delta \varsigma'''}{v'''} \; \ldots\ldots \; t^n = \frac{\Delta \varsigma}{v^n}$$

et par conséquent pour le temps T cherché du parcours de l'arc total :

$$T = t' + t'' + t''' + \ldots + t^n.$$

Dans le cas où tous ces arcs élémentaires seraient égaux entre eux et en nombre m dans la circonférence, on aurait :

$$ds = ds' = ds'' \ldots = ds^m = \frac{2 \pi L}{m}$$

et pour le temps d'une partie quelconque :

$$t = \frac{2 \pi L}{m V}$$

Si l'arc d'un degré était assez petit pour être

parcouru avec une vitesse uniforme, aux différents points du limbe, on aurait : $m = 360°$ et

$$t = \frac{2\pi L}{360 V} = \frac{2\pi L}{360} \sqrt{2 g L \cos(90 - \alpha)}$$

qui donnera la valeur du temps correspondant au parcours de chaque degré d'un arc compris, par exemple, entre 50° et 85° et on l'obtiendrait en donnant successivement à α les valeurs 51°, 52°, 53° ... 85°.

Pour éviter de recommencer les calculs à chaque expérience, il suffira d'employer ce procédé pour calculer les temps élémentaires de la demi-courbe d'oscillation, puisque le mouvement du pendule est symétrique de chaque côté de la verticale. On n'aura pas même besoin de faire ce calcul pour l'arc entier de 90°, car on ne fera usage que des arcs situés dans la partie inférieure de la courbe d'oscillation, et on pourrait se borner à calculer les temps de 45° à 90°.

Quand on aura calculé les temps élémentaires correspondants aux petits arcs égaux ou inégaux qui constituent l'arc de 45°, il sera facile, soit par interpolation, soit au moyen d'une courbe dont les abcisses correspondraient aux divisions successives de l'arc rectifié et les ordonnées aux durées respectives de leur parcours, d'obtenir le temps employé par le pendule pour parcourir chaque degré ou demi-degré depuis 45° jusqu'à 90°. Alors on établirait une table ou une courbe dont l'em-

ploi éviterait de longs calculs dans les expériences subséquentes.

§ 4.

Maintenant qu'on peut déterminer le temps correspondant à un arc de grandeur et de position quelconque, et réciproquement, au moyen de la table dont il a été question, l'arc correspondant à un temps donné, on pourra le faire décrire à la partie inférieure de la courbe d'oscillation.

Supposons, par exemple, le temps à mesurer approximativement connu, on pourra toujours le connaître, et représentons par γ l'arc qui lui correspondrait au bas de la courbe d'oscillation. On reconnaîtra facilement que l'origine de cet arc tombera sur le degré $90° - \frac{\gamma}{2}$; le pendule devra donc parcourir $(90 - \frac{\gamma}{2})$ degrés avant que le style soit mis en jeu pour faire une marque sur le limbe.

Pour retarder ainsi le jeu du style, après que le pendule est mis en mouvement, on fera usage d'un petit *appareil régulateur* composé essentiellement (pl. IV, fig. 8 et 9) d'un cylindre, de $0^{m}18$ de diamètre, formé d'une partie en cuivre divisée en millimètres et d'une partie *i* en substance isolante, en ivoire, par exemple. Ce cylindre serait mis en mouvement par un poids P suspendu à une corde, quand un levier coudé *l* sollicité par l'é-

lectro-aimant E_1, abandonnerait la dent de la roue d'échappement R, et un style S toucherait aussitôt par sa pointe le cylindre *c*.

Supposons actuellement ce petit appareil placé dans le circuit P_1 *ab* c_1 (fig. 5) de l'électro-aimant de la lentille du pendule, et qu'on règle sa résistance de manière que cette introduction ne modifie pas l'intensité du courant. Supposons en outre une des hélices de l'électro-aimant E_1 (fig. 8), courants à équilibres placés dans le circuit P_0 de l'électro-aimant E, qui retient le pendule hors de la verticale, et l'autre dans un circuit particulier où passe un courant venant de la même pile P_0. Examinons alors ce qui arrivera lorsque le pendule sera mis en liberté.

Quand on interrompra le circuit P_0, qui active l'électro-aimant E, le pendule commencera son mouvement ; mais cette interruption rompant l'équilibre des courants dans l'électro-aimant E_1, il deviendra aussitôt actif, attirera le levier *l* qui abandonnera la roue et le cylindre commencera à se mouvoir sous l'action du poids P dès que ce mouvement commencera, et tant que le style S sera en contact avec le cuivre du cylindre, le circuit dont il fait partie, ne sera pas interrompu, mais lorsqu'il viendra toucher l'élément isolant *i*, l'interruption aura lieu, et l'équilibre cessera dans les hélices de l'électro-aimant de la lentille du pendule ; de sorte que le style sera attiré et fera aussitôt une marque

sur le cylindre. Ainsi le jeu du style sera en retard, sur l'instant où le pendule a été mis en mouvement, d'une quantité de temps correspondant à l'arc métallique parcouru sur le cylindre c, par le style S (fig. 8). Ce temps serait donné par la formule $T = \sqrt{\frac{2g}{e}}$, g étant l'intensité de la pesanteur e le développement de l'arc décrit par le style S, ou l'espace parcouru pendant le même temps par le poids P.

Ainsi un arc de	500 mill.	correspondrait à	$\frac{1''}{3}$
—	280	—	$\frac{1''}{4}$
—	160	—	$\frac{1''}{5}$
—	40	—	$\frac{1''}{10}$
—	1,10	—	$\frac{1''}{20}$
—	0,45	—	$\frac{1''}{100}$

Au moyen d'interpolations ou par le calcul direct, on pourra calculer l'arc métallique du cylindre en *dixième* ou en *centième* de seconde si on le juge à propos.

De sorte que, connaissant le temps θ nécessaire au pendule pour parcourir l'arc $(90 - \frac{\gamma}{2})$ degrés compris entre son point de départ et l'origine de l'arc γ, que le style doit indiquer, l'on pourrait facilement trouver la division k du cylindre (fig. 8), sur laquelle il faudrait placer la pointe du style S, pour que l'arc K°, qu'il décrirait avant d'atteindre l'élément isolant, correspondît au temps θ.

On pourrait même se dispenser de calculer le temps θ, car après quelques tâtonnements et avec un peu d'expérience, on arriverait facilement à déterminer la génératrice du cylindre qu'il faudrait mettre en contact avec le style S pour que le pendule arrivât à un degré donné du limbe.

On pourrait facilement, pour une intensité donnée du courant qui active l'électro-aimant destiné à retenir le pendule, établir une table indiquant le nombre de millimètres que le style devrait parcourir sur le cylindre pour que le pendule parcourût des arcs de 5°, 10°, 30°, 50° comptés de son point de départ.

Si on employait toujours la même intensité de courant on pourrait, alors, marquer les génératrices du cylindre correspondantes aux arcs décrits par le pendule, et même inscrire à côté le nombre de degrés de ces arcs, de sorte que l'emploi de l'instrument n'exigerait aucune opération préliminaire, sinon celle de ramener le courant de l'électro-aimant E à l'intensité normale.

Dans le cas où l'on ne voudrait pas régler les courants pour les ramener à cette intensité, il faudrait chercher chaque fois par tâtonnement l'arc que le style décrirait sur le cylindre *c*. Mais on pourrait éviter ce tâtonnement en établissant, une fois pour toutes, des tables donnant, pour une série d'intensités de courant comprises dans les limites usuelles, la grandeur de l'arc à décrire par le style

pour correspondre à chacun de ceux qui seraient décrits par le pendule, depuis l'origine de son mouvement jusqu'à une série de degrés déterminés.

Il est évident que si le style de la lentille tombe sur le limbe après un temps θ correspondant à l'angle décrit par le pendule, depuis l'instant de sa chute jusqu'à la position fixée pour l'origine de l'arc qui sert à mesurer le temps T cherché, ce style devra se relever après un temps $\theta + T$, pour qu'il y ait compensation. On emploierait pour cela un moyen semblable à celui que nous avons décrit précédemment, lorsqu'il a été question du chronographe.

La fig. 10, pl. IV, représente le pendule et les *régulateurs* disposés pour que le style de la lentille tombe sur le limbe après que le pendule a oscillé pendant un temps θ et se relève après un temps $\theta + T$; T étant le temps correspondant à l'arc γ décrit par le style du pendule et qu'il s'agit de mesurer.

La pile P_0 fournit deux courants équilibrés qui circulent dans les deux hélices de l'électro-aimant *e* de la lentille du pendule, puis ils vont, l'un au *régulateur* R_1, l'autre au *régulateur* R_2 d'où ils se rendent au pôle négatif de la pile. Ces circuits restant invariables pendant l'expérience, il est facile d'en régler les résistances de manière à équilibrer leurs courants.

La pile P_1 fournit deux courants, l'un va activer

l'électro-aimant E, qui retient le pendule, puis passe dans une des hélices de l'électro-aimant e' du *régulateur* R_1 d'où il va en C_1 pour rejoindre le pôle négatif de la pile P_1, l'autre courant venant de cette pile va directement circuler dans la seconde hélice de l'électro-aimant e', puis retourne au pôle négatif de P_1.

La pile P_2 produit aussi deux courants, qui viennent tous les deux circuler dans les hélices de l'électro-aimant e'' du régulateur R_2 où ils se font équilibre; de là l'un d'eux va en C_2 pour retourner au pôle négatif de la pile P_2, où l'autre se rend directement.

Supposons maintenant que l'on veuille, par exemple, placer sur le degré 55° l'origine de l'arc que tracera le style du pendule. On fera tourner les cylindres des régulateurs R_1 et R_2, de manière que leurs styles S_1, S_2 aient à décrire sur le cuivre des arcs de la même durée θ, que celle de l'oscillation du pendule depuis son départ à 0° jusqu'à 55°. On a vu précédemment comment on y parviendrait.

Maintenant si on interrompt le circuit C_1, le pendule commencera son mouvement, l'équilibre des courants cessera en même temps dans l'électro-aimant e', et le cylindre-régulateur commencera son mouvement de rotation. Puis, quand après un temps θ, le style touchera l'élément isolant, le circuit dont fait partie le cylindre, sera interrompu, l'équilibre cessera dans l'électro-ai-

mant e de la lentille, et le style mis en jeu par attraction, viendra toucher le limbe sur lequel il décrira un arc.

Si après l'interruption du circuit C_1 on laisse écouler le temps T à mesurer, et qu'on interrompe alors le circuit c_2, l'équilibre cessera dans l'électro-aimant e'' du régulateur R_2, dont le cylindre se mettra aussitôt en mouvement. Mais après un temps θ de rotation le style S_2 viendra toucher l'élément isolant du cylindre régulateur R_2; le circuit dont ce dernier fait partie sera interrompu, et par conséquent, le second courant de l'électro-aimant de la lentille du pendule dont le style, se relevant aussitôt, cessera le tracé de l'arc sur le limbe.

Examinons les résultats.

Le circuit c_2 est interrompu quand il s'est écoulé un temps T depuis l'interruption du circuit c_1; le style du pendule tombe sur le limbe quand il s'est écoulé un temps θ depuis cette interruption, de sorte que le temps mesuré par l'arc décrit serait trop court de θ; mais comme on laisse écouler un temps θ après l'interruption du circuit c_2 avant de faire relever le style, l'arc décrit est trop grand de la partie correspondante à θ; de sorte qu'il y a compensation, sauf l'erreur due à la force coercitive, dont on pourrait tenir compte comme on l'a vu précédemment.

Dans le cas où l'on adopterait le pendule à deux

styles, afin d'éviter l'influence de la force coercitive, on emploierait une disposition analogue à la précédente, les modifications essentielles consisteraient :

1° A mettre chacun des deux circuits qui partent de P_0 en communication avec un des électro-aimants à simple hélice de la lentille du pendule.

2° A remplacer dans les cylindres régulateurs la partie cylindrique en cuivre par de l'ivoire, ou une substance isolante, et l'arc d'ivoire par un en cuivre.

De sorte que les circuits des électro-aimants de la lentille, seraient interrompus en commençant l'expérience et rétablis ultérieurement. Le rôle de l'appareil serait ainsi renversé.

Alors si on interrompait c_1 le pendule tomberait, le régulateur c_1 se mettrait en mouvement, et après un temps θ, le style arrivant à l'arc de cuivre compléterait le circuit de l'électro-aimant d'un style de la lentille ; celui-ci serait donc aussitôt mis en mouvement et toucherait le limbe sur lequel il décrirait un arc.

Quand le courant c_2 serait interrompu, le second style de la lentille tomberait à son tour sur le limbe après un temps θ.

Les deux styles tomberaient ainsi après le même temps θ, compté depuis l'interruption des circuits c_1 et c_2 qui ont respectivement déterminé leur chute ; de sorte que l'arc décrit par le premier

style, depuis sa chute jusqu'à celle du second, représenterait exactement le temps T écoulé entre les interruptions des circuits c_1, c_2.

Ainsi, avec *le pendule électro-magnétique à style*, on pourrait sans arrêter le mouvement oscillatoire, déterminer la grandeur et la position d'un arc correspondant à un temps quelconque et placer l'origine de cet arc à un point déterminé du limbe, ce qui implique la faculté de le faire décrire à la partie inférieure de la courbe d'oscillation.

§ 5.

Jusqu'ici nous avons raisonné d'une manière générale sans avoir égard à la longueur du pendule. Cependant c'est un élément qui a une influence notable sur la précision avec laquelle on pourrait mesurer des intervalles de temps, c'est ce que nous allons mettre en évidence.

Soit L la longueur du pendule, et nous entendons par là la longueur du pendule simple synchrone, que nous supposerons égale successivement à $1^m 0$, $0^m 50$, $0^m 25$, $0^m 10$, puis calculons, pour chacune de ces longueurs, la vitesse du pendule au bas de sa courbe, la grandeur d'un degré, le temps employé pour le parcourir. Réunissons ensuite ces résultats dans un tableau synoptique, afin de mieux faire apprécier leurs différences, la

même ligne horizontale présentera tout ce qui se rapporte à la longueur correspondante du pendule (1).

TABLEAU A.

LONGUEUR du pendule.	VITESSE au bas de l'arc d'oscillation.	GRANDEUR d'un degré.	TEMPS pour parcourir un degré.
1 m. 000	3 m. 01	0 m. 0174	0'' 0056
0 m. 500	2 m. 13	0 m. 0087	0'' 0040
0 m. 250	1 m. 51	0 m. 0043	0'' 0028
0 m. 100	0 m. 92	0 m. 0017	0'' 0018

Si on calcule pour chaque pendule la grandeur d'arc correspondant à 0'', 001, on trouve que pour :

L = $1^{m}00$	arc =	0 m. 0031
L = 0, 50	—	0 m. 0022
L = 0, 25	—	0 m. 0015
L = 0, 10	—	0 m. 0009

(1) Nous supposons toujours que les longueurs de L appartiennent à des pendules simples, ou sont égales aux distances λ de l'axe de rotation au centre d'oscillation des divers pendules composés qui leur correspondent. Comme les distances seront moindres que celles de l'axe à la pointe des styles, il en résulte que l'appareil possédera une précision au moins égale à celle que la théorie indique.

Ce qui montre que plus le pendule est long, plus l'arc correspondant à un temps donné est grand, par conséquent plus les résultats qu'il donne sont exacts, quand on mesure des temps très-courts, et plus les temps qu'il peut servir à mesurer avec un degré de précision donné peuvent être petits.

Si, en effet, on calcule pour chaque pendule la longueur de l'arc, qui, correspondant à $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ du temps employé pour parcourir le degré situé au bas de la courbe avec un mouvement uniforme, on trouvera les résultats consignés dans le tableau suivant.

TABLEAU B.

Longueur des arcs correspondant aux fractions suivantes du temps de parcours.

	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$
L = 1 m. 00	0 m. 00348	0 m. 00174	0 m. 00069	0 m. 000348	0, 000174
L = 0 m. 50	0 m. 00174	0 m. 00087	0 m. 00033	0 m. 000174	0, 000087
L = 0 m. 25	0 m. 00087	0 m. 00043	0 m. 00017	0 m. 000086	0, 000043
L = 0 m. 10	0 m. 00034	0 m. 00017	0 m. 00007	0 m. 000034	0, 000017

Si on admet qu'avec une loupe, un vernier, un instrument construit avec précision, et une certaine expérience d'observation on puisse apprécier un *tiers* de millimètre, et on pourrait apprécier $\frac{1}{10}$, le tableau précédent, montre que la limite

inférieure des temps qu'on peut mesurer sur le limbe :

avec $L = 1^m, 00$ sera $\frac{0'', 0056}{50} = 0'', 00011$

$L = 0, 50$ — $\frac{0'', 0040}{25} = 0'', 00016$

$L = 0, 25$ — $\frac{0'', 0028}{10} = 0'', 00028$

$L = 0, 10$ — $\frac{0'', 0018}{5} = 0'', 00038$

Ainsi avec le pendule $L = 1$, on pourrait, à précision égale, mesurer un temps trois fois plus petit qu'avec le pendule $L = 0, 10$, et avec le pendule $L = 0, 50$ un temps plus de deux fois moindre. Ce dernier permettant d'apprécier facilement un *sept millième* et même un *quinze millième* de seconde, pourrait généralement suffire.

Ces intervalles limites des temps à mesurer, représentent la variation minima que l'emploi des divers pendules permet d'apprécier dans la mesure des temps, ou le degré d'exactitude de l'appareil. Il y aura donc toujours avantage à ce que ces intervalles limites soient très-petits relativement au temps à mesuser ; par exemple $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$; d'où il résulte que ceux-ci devront avoir au moins les durées suivantes :

TABLEAU C.

Durées minima *des temps à mesurer, pour qu'on puisse apprécier des variations de :*

	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{1000}$
L = 1,00	0'' 011	0'' 022	0'' 055	0'' 110
L = 0,50	0'' 016	0'' 032	0'' 080	0'' 160
L = 0,25	0'' 028	0'' 056	0'' 140	0'' 280
L = 0,10	0'' 033	0'' 066	0'' 165	0'' 330

Au moyen de ce tableau, l'on connaîtra la limite inférieure du temps que chaque pendule peut mesurer avec une approximation donnée, et on réglera en conséquence les conditions nécessaires à l'emploi de cet appareil après avoir choisi le plus avantageux. Nous allons montrer comment on pourrait en faire l'application à la recherche de la vitesse des projectiles de l'artillerie.

§ 6.

Cette application n'exige d'autre précaution que celle d'espacer assez les cibles-réseaux, entre lesquelles doit être compris l'arc correspondant au temps à mesurer, pour que celui-ci puisse être mesuré avec une approximation de $\frac{1}{100}$ ou de $\frac{1}{1000}$. Il faudra alors que le temps à mesurer soit, selon la

longueur du pendule employé, égal aux valeurs indiquées dans les deux dernières colonnes du tableau précédent.

On arrivera à placer les cibles de manière que cette condition soit remplie, soit par le calcul, soit par des données connues, soit par quelques expériences préliminaires.

Il est du reste facile de connaître approximativement ces distances.

Dans le cas, par exemple, où l'on voudrait mesurer la vitesse initiale, supposée de 500^m par seconde et constante pendant des espaces de 5^m ou 10, les temps correspondant à ces parcours seraient $\frac{1''}{100}$, $\frac{1''}{50}$ ou 0'' 01, 0'' 02. En cherchant dans le tableau C quelle serait, pour chaque pendule, la variation de ces temps qu'on pourrait mesurer, on trouve qu'elle serait :

pour le parcours de 5^m :

de $\frac{1}{100}$ avec L = 1^m, 0, et moindre pour tous les autres pendules;

et pour le parcours de 10^m;

de $\frac{1}{100}$ avec L = 1^m, 00

$\frac{1}{125}$ — L = 0^m, 50

et moins de $\frac{1}{150}$ pour les deux autres pendules.

D'après cela aucun de ces pendules ne pourrait servir à mesurer *directement* la vitesse initiale des projectiles de l'artillerie; il faudrait prendre des arcs assez grands pour tenir compte de l'influence de la résistance de l'air sur la vitesse; et par con-

séquent faire usage, pour la calculer, des formules de balistique où entre l'expression de cette résistance. Le boulet de 12 par exemple partant avec une vitesse initiale de 500^m par seconde, emploierait les temps suivants pour parcourir les distances correspondantes qui sont comptées à partir de la bouche à feu.

0″, 053	pour parcourir	25^m
0″, 110	—	50
0″, 169	—	75
0″, 236	—	100
0″, 358	—	150
0″, 435	—	175

De sorte qu'il suffirait de mettre les cibles à 25^m de distance pour que tous les pendules donnassent non-seulement la mesure du temps employé pour parcourir cet arc, mais encore celle d'une variation plus ou moins petite selon le pendule dont on ferait usage ; ainsi elle serait :

avec	L = 1^m 0 de	$\frac{1}{500}$
—	L = 0, 50	$\frac{1}{400}$
—	L = 0, 25	$\frac{1}{300}$
—	L = 0, 10	$\frac{1}{200}$

Si on voulait une approximation plus grande, par exemple, celle de $\frac{1}{1000}$, il faudrait :
avec les pendules

L = 1^m, 0	éloigner les cibles de	50^m
L = 0^m, 50	—	75^m
L = 0^m, 25	—	100^m
L = 0^m, 10	—	175^m

Il est évident que si on voulait calculer la vitesse à des distances éloignées de la bouche à feu, les intervalles des cibles pourraient être réduits en raison inverse des vitesses ou des temps nécessaires au projectile pour parcourir les arcs situés à des distances variables de la bouche à feu.

Connaissant l'espace parcouru par le projectile, le temps employé pour le parcourir, les formules usitées en balistique donneraient alors la vitesse initiale, ou en un point quelconque de la trajectoire.

Si on voulait obtenir la vitesse en plusieurs points de la trajectoire, on emploierait autant de pendules qu'il y aurait de vitesses à calculer, et on placerait leurs cibles respectives sur le parcours du boulet, de manière que chaque couple comprît l'arc dont on voudrait mesurer le temps.

(La suite au prochain numéro.)

NOTES

SUR LES

PROJECTILES CREUX

ET SUR

LES BOUCHES A FEU

RÉSISTANCE A LA RUPTURE, TENSION DES GAZ, ETC.

Par COQUILHAT

Major d'artillerie, chevalier de l'Ordre du Lion Néerlandais

NOTE SUR LA CHARGE MINIMUM D'ÉCLATEMENT DU PROJECTILE CREUX

EN TENANT COMPTE DE LA PERTE DES GAZ PAR L'ŒIL

M. Piobert, dans son excellent traité sur la combustion de la poudre, a donné les moyens de calculer la perte occasionnée par les fuites de gaz par l'œil des projectiles : cette perte étant connue, il suffit d'ajouter la quantité de poudre qu'elle représente à la charge minimum d'éclatement calculée pour le cas où il n'y aurait pas d'issue, pour obtenir une charge explosive d'un effet assuré.

M. Piobert est parti des hypothèses suivantes :

1° Les pertes des gaz sont proportionnelles à la surface de l'orifice ;

2° Les pertes des gaz sont proportionnelles à leur densité moyenne.

La formule à laquelle M. Piobert parvient est

très-compliquée, et elle a l'inconvénient de ne pas permettre l'emploi des tables dressées à l'avance; il en résulte qu'elle conduit à des longueurs de calculs.

Nous avons repris les expériences indiquées dans l'ouvrage déjà cité, et nous sommes parvenus à les concilier, en adoptant une formule beaucoup plus simple, basée sur les hypothèses suivantes ;

1° Les pertes des gaz sont proportionnelles à la surface de l'orifice;

2° Ces mêmes pertes sont proportionnelles à la tension des gaz.

La première de ces lois n'a pas été déterminée par des expériences directes, mais on peut l'admettre comme axiome, vérifié du reste implicitement par différents exemples.

Quant à la seconde loi, elle nous paraît *à priori* préférable à celle de M. Piobert : car la combustion de la charge exigeant un temps réel, si petit qu'il soit, les pertes seront proportionnelles aux vitesses avec lesquelles les gaz s'échappent et à leurs densités : mais la force expansive des gaz croissant dans un rapport exponentiel fonction de la densité, il est évident que c'est la tension des gaz qui sera l'élément le plus influent dans l'expression de la perte. Nous avons du reste vérifié cette loi en profitant des expériences spéciales qui ont été faites en France.

Parmi ces expériences, nous avons pris celles re-

latives à des obus de mêmes dimensions, mais de qualités de fonte différentes. La ténacité de ces fontes avait été constatée exactement : nous avons déterminé très-rigoureusement leurs charges minima d'éclatement pour le cas où l'œil n'existait pas. Nous avons ensuite comparé les augmentations de charge nécessitées par l'existence de l'œil, et nous avons trouvé que ces augmentations étaient proportionnelles aux tensions des gaz lors de la rupture des projectiles.

Voici un exemple :

Diamètre extérieur des obus, 0 m. 1628.
Diamètre du vide intérieur, 0 m. 1132.

Ces obus avaient en outre le même œil ; mais ils avaient été coulés avec deux sortes de fonte, dont la ténacité fut constatée.

La fonte la plus forte avait une résistance de 1300 atmosphères.

La résistance de l'autre fonte n'était que de 1100 atmosphères.

Nous désignerons les projectiles coulés avec la fonte la plus tenace sous le nom d'obus A : et les autres sous le nom d'obus B.

La formule qui exprime la tension des gaz donnée par Rumfort, et corrigée par M. Piobert, peut servir à déterminer la charge minimum d'éclatement, pour le cas où il n'y a pas de fuite des gaz par l'œil, en la comparant avec celle qui ex-

prime la résistance de l'obus : on peut alors poser l'équation :

$$T \left(\frac{D_2 - d_2}{d^2}\right) = 1.841 \, (905 \, \varphi)^{1 + 0.362 \, \varphi} \quad (1).$$

Dans cette formule on représente par

T la ténacité du métal exprimée en atmosphères,
D le diamètre extérieur de l'obus,
d le diamètre du vide intérieur,
φ la densité des gaz répandus dans la capacité de l'obus au moment de la rupture.

En appliquant la formule aux obus A, on trouve :

1389 atmosphères pour la tension des gaz et 0. 3764 pour leur densité.

d'où l'on déduit :

286 grammes pour la charge de poudre nécessaire pour faire éclater le projectile dans le cas où l'œil n'existe pas.

La charge d'éclatement avec un libre passage par l'œil ayant été trouvée par expérience égale à 345 grammes, il s'ensuit que la perte des gaz par l'œil a été 59 grammes.

Le rapport de la tension des gaz à leur perte exprimée en grammes est donc :

$$\frac{1389}{59} = 23.5 \quad (2).$$

La formule (1) appliquée aux obus B donne les résultats suivants :

1175 atmosphères pour la tension des gaz.

0. 3446 pour la densité des gaz,

262 grammes pour la charge minimum d'éclatement pour le cas où l'œil est fermé.

Les expériences ayant indiqué 310 grammes de poudre pour la charge explosive avec une libre issue par l'œil, la perte a été de 48 grammes.

Le rapport de la tension des gaz à leur perte est donc pour les obus B :

$$\frac{1175}{48} = 24.5 \quad (3).$$

L'égalité presque parfaite des rapports (2) et (3) satisfait pleinement la loi que nous avions énoncée.

Nous avons ensuite pris des projectiles de mêmes qualités de fonte, de même diamètre de l'orifice de l'œil et de même rayon extérieur, mais ayant des épaisseurs différentes. Nous avons également calculé exactement les charges explosives pour le cas de l'absence de toute issue pour la fuite des gaz, nous avons soustrait les quantités de charge ainsi obtenues de celles reconnues nécessaires pour l'éclatement avec une libre issue par l'œil, et nous avons trouvé que les pertes étaient encore proportionnelles à la tension des gaz.

Voici un exemple :

Diamètre extérieur des projectiles éclatés, 0 m. 1629. Petit diamètre de l'œil, 0 m. 0113.		
Épaisseurs des parois....................	0. 0288	0. 0144
Ténacité de la fonte (atmosphères)........	1050	1050
Tension des gaz pour produire la rupture du projectile (atmosphères)................	1444	486
Charge moyenne expérimentale de rupture, l'orifice de l'œil étant ouvert............	300 (grammes).	275 (grammes).
Charge calculée de rupture, l'orifice de l'œil étant fermé..........................	239 —	256 —
Quantité de poudre perdue par la fuite des gaz..................................	061 —	019 —
Rapport de la tension des gaz à la quantité de poudre perdue....................	$\frac{1444}{61} = 24$	$\frac{486}{19} = 25$

L'accord de ces nouveaux exemples avec les premiers et avec les lois énoncées est d'une exactitude presque mathématique.

Le rapport [1] exprimant la fraction de la charge perdue par la fuite des gaz par l'œil, il est évident, d'après ce qui précède, qu'on pourra poser l'équation

$$\frac{1}{n} = \frac{aFK}{P} \quad (4).$$

Dans cette équation, on représente par

a l'aire de la section de l'œil,

F la tension ou la force élastique des gaz au moment de la rupture,

P le poids de la charge explosive, l'œil n'étant pas bouché,

K un certain coefficient.

Un exemple suffira pour déterminer K.

Prenons un obus ayant

D = 0. 1628 pour diamètre extérieur,
d = 0. 1132 pour diamètre du vide intérieur,
0. 0226 pour le plus petit diamètre de l'œil,
T = 1300 pour ténacité de la fonte.

Le calcul donne

a = 0. 004 pour l'aire de la section de l'œil,
F = 1389 pour la force élastique des gaz,
260 grammes pour la charge minimum d'éclatement pour le cas où l'œil n'existe pas.

L'expérience a au contraire indiqué

P = 0^{k} 312 pour la charge explosive avec une fuite des gaz par l'œil.

La partie de la charge non utilisée par la fuite des gaz ayant été de 0 k. 052, il en résulte le rapport

$$\frac{1}{n} = \frac{0^{k}\ 052}{0^{k}\ 312} = \frac{1}{6} \quad (5).$$

Substituant dans l'équation (4) les différentes valeurs de $\frac{1}{n}$, a, F et P, on en déduit

$$K = 0.\ 0936 \quad (6).$$

En appliquant des calculs semblables à plusieurs autres exemples, on parvient à des valeurs de K, qui diffèrent plus ou moins de la précédente : en prenant une moyenne on trouve :

$$K = 0.\ 11.$$

RECHERCHES

SUR LES ÉPAISSEURS

DES PROJECTILES CREUX

QUI EXIGENT LA CHARGE MAXIMUM D'ÉCLATEMENT

On a pendant bien longtemps émis l'opinion que les projectiles creux devaient peser les $\frac{2}{3}$ du poids des boulets de même calibre, afin que la charge nécessaire pour l'éclatement fût la plus forte possible.

L'analyse fournit le moyen de prouver que ce ne sont pas ces projectiles ni ceux qui ont les parois les plus épaisses qui exigent la plus forte charge explosive : elle permet également de trouver le rapport qui doit exister entre l'épaisseur aux parois et le diamètre, pour que la charge d'éclatement soit un maximum.

Soient :

V la capacité intérieure du projectile,
R le rayon extérieur du projectile,
r le rayon du vide intérieur du projectile,
P le poids de la charge minimum d'éclatement,
φ la densité des gaz au moment de la rupture,
X la tension des gaz au moment de la rupture,
T la ténacité de la fonte,

On a les relations suivantes :

$$(1) \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$(2) \quad \varphi = \frac{P}{V}$$

(3) $X = 1.841\,(905\,\varphi)^{1 + 0.362\,\varphi}$ { formule de Rumfort corrigée par M. Piobert.

Pour qu'il y ait rupture, il faut que X satisfasse à la condition

$$(4) \quad X = > T\left(\frac{R^2}{r^2} - 1.\right)$$

dans laquelle le second membre exprime la résistance du projectile.

Cherchons pour un rayon extérieur donné, quel est le rayon du vide intérieur du projectile, qui répond à la plus grande valeur de P : P étant la charge strictement nécessaire pour faire éclater le projectile.

Des équations (1) et (2) on déduit :

$$(5) \quad P = \frac{4}{}\pi r^3 \varphi$$

La densité φ des gaz, au moment de la rupture, doit satisfaire à l'équation :

$$(6) \quad 1.841\,(905\,\varphi)^{1\,+\,0.362\,\varphi} = T\left(\frac{R^2}{r^2} - 1.\right)$$

Tirant de cette équation la valeur de r, puis élevant au cube, il vient :

$$(7) \quad r^3 = \frac{R^3\,T^{\frac{3}{2}}}{\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1\,+\,0.362\,\varphi}\right\}^{\frac{3}{2}}}$$

Cette valeur de r^3, substituée dans l'équation (5) donne :

$$(8) \quad P = \frac{4\,\pi\,R^3\,T^{\frac{3}{2}}}{3} \times \frac{\varphi}{\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1+0.362\,\varphi}\right\}^{\frac{3}{2}}}$$

Pour que P soit un maximum, il faut égaler à zéro son coefficient différentiel, par rapport à φ, et déduire la valeur de φ de l'équation qui en résultera. Cette valeur introduite dans les équations (7) et (8) donnera les valeurs de r et de P, lesquelles, pour un même rayon extérieur R, correspondent à la plus grande charge minimum d'éclatement.

Tirant de l'équation (8) le coefficient différentiel de P relativement à φ, supprimant les facteurs communs indépendants de φ, ainsi que le dénominateur

$$\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1\,+\,0.362\,\varphi}\right\}^3$$

qui ne peut être nul pour aucune valeur positive de φ, on parvient à l'équation

$$\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1 + 0.362\,\varphi}\right\}^{\frac{3}{2}} -$$
$$- \frac{3}{2}\varphi \left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1 + 0.362\,\varphi}\right\}^{\frac{1}{2}} \times$$
$$\times \frac{d\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1 + 0.362\,\varphi}\right\}}{d\,\varphi}$$
$$= 0 \quad (9).$$

Pour trouver la différentielle

$$d\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1 + 0.362\,\varphi}\right\}$$

posons l'égalité

$$(A\,x)^{b + c\,x} = Z$$

En prenant les logarithmes népériens de cette équation et différentiant, on obtient :

$$d\,z = d\,(A\,x)^{b + c\,x} = (A\,x)^{b + c\,x} \times$$
$$\times \left\{c \log.\,(A\,x) + \frac{b + c\,x}{x}\right\} d\,x$$

De là on déduit par voie de comparaison :

$$\frac{d\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1 + 0.362\,\varphi}\right\}}{d\,\varphi} = 1.841 \times$$
$$\times \left\{(905\,\varphi)^{1 + 0.362\,\varphi}\right\} \left\{0.362 \log.\right.$$
$$\left.(905\,\varphi) + \frac{1 + 0.362\,\varphi}{\varphi}\right\}$$

Substituant la valeur de cette différentielle dans l'équation (9) et supprimant le facteur commun

$$\left\{T + 1.841\,(905\,\varphi)^{1\,+\,0.362\,\varphi}\right\}^{\frac{1}{2}}$$

qui, comme nous l'avons déjà dit, ne peut être nul pour aucune valeur positive de φ, on obtient, toute réduction faite :

$$(10) \quad 2\,T = 1.841\,(905\,\varphi)^{1\,+\,0.362\,\varphi} \times$$
$$\times \left[1.086\,\varphi \left\{1 + \log.\,(905\,\varphi)\right\} + 1\right]$$

La charge devant être réglée sur la plus grande ténacité de la fonte pour projectiles, qui est $T = 1307$ atmosphères, l'équation (10) devient :

$$(11) \quad \frac{2614}{1.841} = 1419.88 = (905\,\varphi)^{1\,+\,0.362\,\varphi} \times$$
$$\times \left[1.086\,\varphi \left\{1 + \log.\,(905\,\varphi)\right\} + 1\right]$$

La densité φ des gaz étant calculée au moyen de l'équation (11), on en substituera la valeur dans l'équation (7), et on en conclura le rayon r du vide intérieur, lorsque l'on se sera donné le rayon extérieur R du projectile.

Ces valeurs de r et de φ introduites dans l'équation (5) feront connaître celle de P : ainsi tout sera déterminé.

L'équation (11) étant résolue par approximation, il vient

$$\varphi = 0.2876 \quad (12).$$

quantité exacte à la dernière décimale près.

Les valeurs de T et de φ étant substituées dans l'équation (7), il en résulte :

$$\frac{r}{R} = 0.\ 7775 \quad (13)$$

Tel est le rapport constant qui doit exister entre le rayon intérieur et celui extérieur du projectile creux, pour que la charge nécessaire pour l'éclatement soit la plus considérable de toutes celles relatives aux projectiles ayant le même rayon extérieur.

L'épaisseur aux parois étant exprimée par $R - r$, on obtient, au moyen de l'équation (13) :

$$E = 0.\ 2225\ R \quad (14)$$

E représentant l'épaisseur du projectile.

Le rapport du poids du projectile creux à celui du projectile plein sera

$$1 - (0.\ 7775)^3 = 0.\ 53 \quad (15)$$

Ainsi le projectile creux, satisfaisant à la condition de la plus grande charge d'éclatement, pèsera les 0. 53 du boulet plein de même calibre.

En supposant que la fonte ait une densité de 7. 2, celle de ce projectile creux sera

3. 816.

Dans l'équation (14), si nous mettons à la place de R sa valeur $\frac{D}{2}$, D étant le diamètre extérieur du projectile, il vient :

$$\frac{E}{D} = 0.\ 1112 5.$$

Des expériences intéressantes faites en France constatent, que ce rapport de $\frac{E}{D}$ que nous venons de trouver, satisfait réellement à la condition de la charge maximum. On a fait éclater des obus de 0, 2202 de diamètre extérieur et d'épaisseurs différentes, qui étaient très-exactement 0, 0375, — 0, 0312, — 0, 0263, — 0, 0218 — 0, 0177. Les obus qui ont exigé la plus forte charge d'éclatement étaient ceux ayant l'épaisseur de 0, 0263. Pour ces projectiles on avait le rapport

$\frac{E}{D} = \frac{0.0263}{0.2202} = 0.119$ qui se rapprochait le plus de celui théorique 0. 1112.

Il est bien entendu que, dans ces calculs, on suppose que l'orifice de l'œil étant fermé, toute la charge est utilisée pour produire l'éclatement.

(*La suite au prochain numéro.*)

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR.

—

Le *Journal des Armes spéciales*, venant de tomber sous le coup de l'application du décret du 17 février 1852, sur la presse, nous nous trouvons dans la nécessité d'apporter quelques modifications à son mode de périodicité. Au lieu de paraître tous les mois, le *Journal des Armes Spéciales* réunira deux numéros dans la même publication, qui n'aura lieu que de deux mois en deux mois. Mais, au lieu que nos abonnés y perdent, nous voulons, au contraire, qu'ils bénéficient de ce changement : Ainsi, au lieu de cinq feuilles d'impression que contenait chaque numéro, il en contiendra, à l'avenir, douze, quatorze et même, quelquefois, quinze feuilles; dans tous les cas, jamais moins de douze.

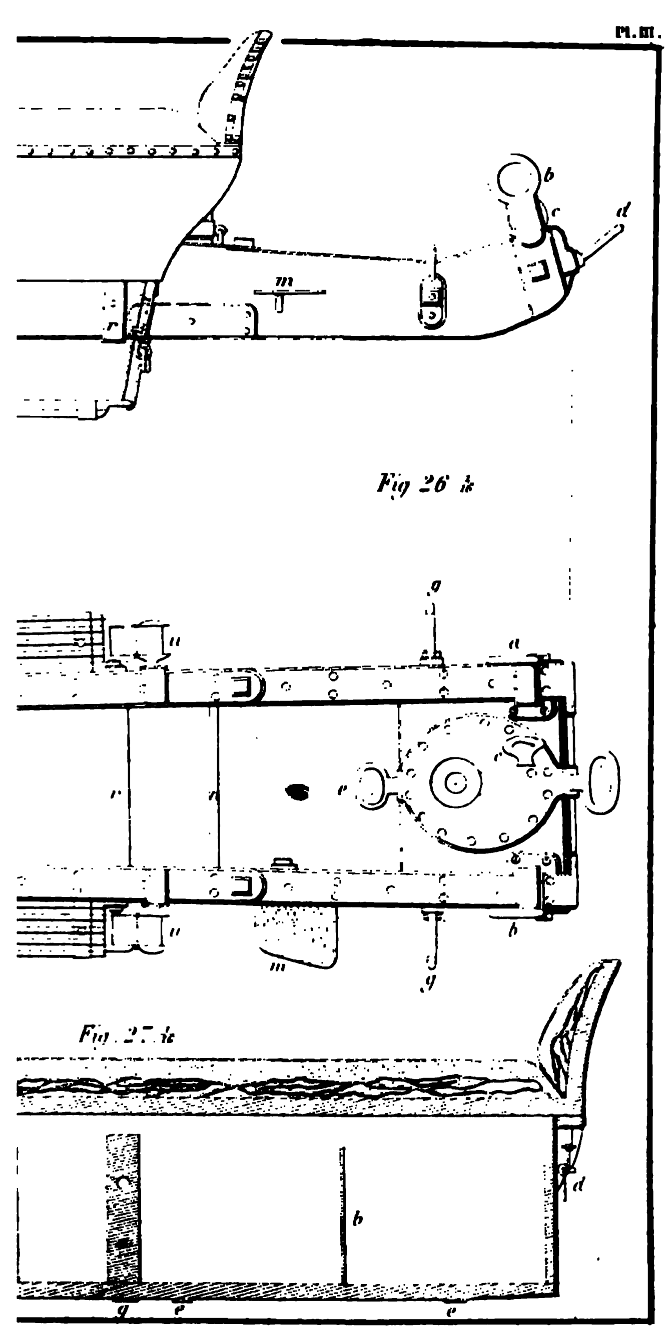
Cette augmentation dans le texte, et, par conséquent, dans les matières traitées dans le Journal, est un sacrifice que nous faisons *à la conservation entière de notre indépendance*. Avant qu'il ne nous eût été fait application de la loi dans toute sa rigueur, le Journal ne contenait que cinq feuilles d'impression, c'est-à-dire, 80 pages; maintenant, chaque numéro en contiendra *au moins* 192, et quelquefois 224 à 240.

Malgré cette réelle amélioration apportée à nos publications, et nonobstant l'augmentation considérable de frais qu'elle nous nécessitera, il n'en résultera aucun changement, aucune augmentation dans le prix d'abonnement. Étant forcé d'apporter une modification dans notre mode de publicité, nous avons voulu,

qu'au lieu de devenir onéreuse ou désagréable à nos abonnés, ils y trouvent, au contraire, un avantage.

La seule compensation, toute morale, que la Direction du Journal trouvera dans cette modification, et qui sera encore au bénéfice de nos abonnés et lecteurs, sera de pouvoir, en ce moment, où les questions militaires acquièrent une si haute importance en Europe, traiter ces questions avec plus d'extension et de développement. Cette circonstance sera donc, pour nous, une occasion et un mobile de plus pour travailler à la diffusion de plus en plus grande de l'instruction et des sciences militaires dans les armées.

J. Corréard.


b
c
d
m
r
Fig 26
g
a
u
e
n
h
Fig. 27
b
d
g
e



Journal des Armes Spéciales

PROJETS

DE DEUX

CANONS A BOMBES

POUR L'ARTILLERIE DE COTE

DU CALIBRE DE 0. 20 ET DE 0. 29

AVEC UNE PLANCHE

Par COQUILHAT, major de l'artillerie belge.

Toutes les puissances maritimes ont adopté pour la défense des côtes des pièces généralement plus lourdes que celles pour la défense des places. Tandis que pour celles-ci on a pris le poids du canon de 24 liv. comme un maximum qu'il convenait de ne pas dépasser, on a reconnu, au contraire, que pour l'artillerie de côte, on ne devait pas s'astreindre à cette limite, afin de pouvoir augmenter tout en même temps, et la puissance du calibre et l'étendue des portées. Les anciens canons de 36 et de 48 pesaient respectivement 3,500 et 5,300 kil. : les canons à bombes de 8° et 10° pèsent 3,500 et 5,000 kil.; les Français viennent d'adopter un canon de 50 tirant avec 8 kil.

de poudre et pesant 5,000 kil.; les Hollandais ont des canons de 60 tirant avec 10 kil. de poudre et pesant 5,500 kil., et des canons lourds de 30 pesant 3,200 kil. et tirant avec 5 kil. de poudre; les Prussiens ont un canon à bombes de 0. 29 pesant 5,900 kil. et tirant avec 6 kil. de poudre.

Les Anglais, outre les canons à bombes de 8° et 10°, ont des canons de 68. La Belgique possède des canons de 36 et de 48, des canons à bombes de 8° et de 10°. Le canon-obusier de 60 liv. qu'elle vient d'adopter pèse 2,800 kil., et est construit pour l'affût de place-côte de 24. Cette pièce assurera, pensons-nous, à la défense des places, les avantages que procurent les obusiers longs tirant avec des charges beaucoup supérieures à celles que permettent les anciens obusiers courts de siége.

Ces exemples suffisent pour montrer qu'en général l'artillerie de côte est beaucoup plus pesante que celle de place. La raison en est que les vaisseaux sont armés d'une artillerie formidable; et qu'il est admis que, pour combattre avec quelques chances de succès, il faudra pouvoir opposer des calibres au moins égaux à ceux de votre adversaire. Les inconvénients qui résultent d'une lourde artillerie sont moins grands pour les batteries de côte que pour celles de place : en effet, les premières conservent leurs positions pendant toute la durée des attaques, tandis que l'armement des places doit varier suivant les différentes périodes

d'un siége. D'ailleurs, dans la défense des places, les combats d'artillerie se font ordinairement à des distances qui ne dépassent guère 600 m., tandis que les vaisseaux attaquent souvent les batteries de côtes à de grandes distances qui vont jusqu'à plus de 1,600 mètres.

L'artillerie de côte a même besoin quelquefois de portées plus étendues que celles que l'on peut obtenir avec l'artillerie des navires. Par exemple, lorsqu'il s'agit d'empêcher une escadre ennemie de prendre un mouillage ou de surveiller la côte de trop près. Dans ce cas, il n'y a pas de portées trop fortes : on peut dire que l'on a poussé jusqu'à ses dernières limites tout ce que la pratique permettait afin d'augmenter la puissance de l'artillerie. Nous nous contenterons de citer les obusiers à la Villantroys, dont les bombes pouvaient être lancées à une distance de plus de 5,000 mètres.

Mais comme à ces distances on ne livre pas de combats d'artillerie, nous croyons que dans la discussion sur le tir des canons à bombes, on peut se borner à l'examen des trajectoires pour les portées de 500, 1,000 et 1,600 mètres qui sont usitées dans les combats des navires contre les batteries de côte. Après ces préliminaires abordons notre sujet.

Notre but est de remplacer les canons à bombes actuels par ceux de 0. 20 et de 0. 29 tirant à fortes charges.

AVANTAGES DES GRANDES VITESSES QUE PROCURENT LES FORTES CHARGES.

L'auteur de la nouvelle force maritime a décrit avec un talent remarquable les avantages du tir horizontal des bombes : son but était de *lancer avec force et justesse comme des boulets ordinaires de très-grosses bombes.*

Les faibles charges produisent de faibles vitesses qui sont absolument insuffisantes pour tirer de loin, et qui ne suffisent pas toujours pour tirer de près, car s'il est avantageux de ne pas traverser le bord ennemi par un projectile trop rapide, il est cependant nécessaire de percer le bordage, ce qui n'arrive pas toujours, même avec les plus fortes charges, *lorsqu'on frappe dans une direction très-inclinée.*

Plus on augmentera la vitesse des boulets creux et obus, et plus on accroîtra leur justesse en même temps que leur portée; car, pour atteindre à une même distance, ils pourraient être tirés sous un angle moins élevé et *parcourir une trajectoire plus rasante et qui offrira beaucoup plus de chances de toucher.*

Ce qui précède est extrait textuellement de l'ouvrage de M. le général Paixhans. Les canons qu'il a inventés ont été un des plus grands progrès de l'artillerie moderne : mais nous croyons que l'on peut introduire quelques améliorations, en tirant, ainsi

qu'il le dit lui-même, *avec de plus grandes charges, ce qui procure de plus grandes vitesses initiales et par suite un tir plus rasant et une plus grande étendue de portées.*

CAUSES QUI ONT FAIT ADOPTER DE FAIBLES CHARGES POUR LES CANONS A BOMBES.

Pour faire adopter une idée nouvelle, il faut rester en deçà du but, car si on le dépasse, la première expérience étant généralement un insuccès, l'inventeur est condamné sans appel. Il était donc essentiel pour l'adoption des canons à bombes que l'on n'employât que de faibles charges, afin que la bouche à feu offrît un excès de résistance, sans cependant dépasser le poids ordinaire des canons. Maintenant qu'un grand nombre de canons à bombes de modèles différents ont été construits et expérimentés, on peut chercher, avec beaucoup de chances de succès, à lancer des bombes horizontalement avec force et justesse, comme des boulets ordinaires de canon. On peut construire des bouches à feu offrant la résistance voulue : et avec un poids donné on peut faire un canon à bombes qui, jusqu'à une distance *donnée*, offre, dans le tir, le plus d'avantages sous le rapport de la chance d'atteindre et de la force du coup.

DISTINCTION A ÉTABLIR ENTRE LA RÉGULARITÉ ET LA JUSTESSE DU TIR.

On a trop souvent confondu la régularité des portées avec la probabilité de toucher. Avec une poudre donnée on augmente la régularité des portées en diminuant les charges et en augmentant les angles de tir : mais on diminue en même temps la probabilité de toucher. En employant avec les canons de 24, de 16 et de 12 respectivement les charges de 0. kil. 38, 0. kil. 27, et 0. kil. 31, le nombre des coups qui, sur 100, ont touché un blanc à 320 m., a été de 0. 61, 1. 39 et 0. 67, tandis qu'avec les mêmes calibres et la charge de 1/4 du poids du boulet, le nombre des coups qui ont touché sur 100 a été respectivement de 6. 56, 4. 27 et 8. 6, quoique la distance en blanc fût de 600 mètres.

Il est facile de prouver par d'autres exemples que la probabilité de toucher augmente avec les charges employées et par conséquent avec les vitesses initiales : nous nous contenterons de citer les suivants qui sont tirés de la troisième édition du traité d'artillerie de M. Piobert.

DIMENSIONS DU BUT.		DÉSIGNATION DES OBUSIERS.	POIDS de la CHARGE.	NOMBRE DES OBUS qui sur 100 ont touché le but.			
Hauteur.	Largeur.			500 m.	600 m.	800 m.	1200 m.
0 m.50	0 m.50	Obusiers de siége de 0. 22 (expériences de trente ans).	2 k.00		3.25		
			1. 50		2.27		
			1. 00		1.97		
			0. 75		1.15		
2 m.00	12 m. 00	Obusier de campe. de 0, 16......	1. 50	70		40	30
			0. 75	40		24	
		Obusier de campe. de 0.15.......	1. 00	60		33	8
			0. 50	30			

En examinant ce tableau on remarque que la probabilité de toucher augmente constamment avec les charges employées, et qu'il est même telles distances, celle de 1,200 m. par exemple, où l'on a probablement jugé inutile de tirer avec les petites charges des obusiers de campagne de 0. 16 et 0. 15, tandis qu'avec les fortes charges, les chances étaient respectivement 30 et 8 pour cent.

Avec un même calibre, les déviations des projectiles augmentent pour une même portée à mesure que les charges diminuent : nous trouverons encore, dans l'excellent traité de M. Piobert, des exemples à l'appui de cette proposition : nous en ferons un extrait.

Tableau des plus grands écarts des boulets à différentes distances.

DÉSIGNATION DES CANONS.		CHARGES.	DISTANCES (mètres).				
			200	300	400	500	600
Siége et place.	24 liv.......	3 et 4 kil.	1 m.	1 m. 6	2 m. 3	3 m. 1	4 m.
		2 k. 5	1. 1	1. 8	2. 7	3. 9	5. 6
		2k. 67 et 2k.	1. 2	1. 9	2. 7	3. 6	4. 5
	16 liv.......	1 k. 67	1. 3	2. 1	3. 2	4. 6	6. 3

Pour un même calibre les plus fortes charg donnent constamment les plus faibles déviations.

Les propositions qui précèdent sont extraites (l'ouvrage de M. Piobert et s'accordent entièreme avec les idées émises par le général Paixhans.

LA RÉSISTANCE QUE L'AIR OPPOSE AU MOU MENT DES PROJECTILES N'EST PAS PLUS C SIDÉRABLE POUR LES BOMBES DE 0. 20, POUR CELLES PLUS GRANDES, QUE POUR BOULETS DE GROS CALIBRES.

On trouve encore, dans le livre de M. Pio ce qui suit :

Dans le tir ordinaire des boulets plein très-grande vitesse imprimée au boulet n d'inconvénient : elle ne peut produire en

qu'un excès d'intensité qui n'est pas utilisé, mais les projectiles creux animés d'une trop grande vitesse se briseraient même contre des obstacles peu résistants, et d'ailleurs l'emploi des grandes charges qui produisent ces grandes vitesses, présente peu d'avantages avec des projectiles d'une densité assez faible, sur lesquels l'effet de la résistance de l'air est considérable.

Il est évident que cette dernière objection ne s'applique qu'aux obus de faibles calibres, mais nullement aux projectiles creux lancés par les canons à bombes, puisque pour ces projectiles la résistance de l'air est à peu près la même que pour les gros boulets : elle est même moindre pour la bombe de 0. 29 que pour le boulet de 48. On peut en juger par le tableau suivant, où l'on fait usage de la formule de Poisson, indiquant la résistance de l'air.

$$c = \frac{3}{8}\ \frac{\delta n}{a d},$$

Dans cette formule on représente par :

c le coefficient de la résistance de l'air,
δ la densité de l'air,
a le diamètre du projectile,
d la densité du projectile,
n un coefficient numérique variant avec la vitesse d'après les expériences de Hutton.

On déduit pour la valeur du rapport $\frac{c}{n}$ indépendant de la vitesse

$$\frac{c}{n} = \frac{3}{8} \frac{\delta}{a d}.$$

DÉSIGNATION DES PROJECTILES.	VALEUR DU RAPPORT $\frac{c}{n}$
Boulet de 16	0. 000481
Bombe de 0. 20	0. 000409
Boulet de 0. 18	0. 000406
Bombe de 0. 22	0. 000426
Boulet de 24	0. 000417
Boulet de 36	[illegible]
Bombe de 0. 27	0. 000348
Boulet de 48	0. 000386
Bombe de 0. 29	0. 000323

Pour la bombe de 0. 20 la résistance de l'air est moindre que pour le boulet de 16, et à peu près la même que pour le boulet de 18 : si donc on trouve que pour ces deux derniers calibres la charge au tiers n'est pas trop forte relativement à la résistance de l'air, il doit en être de même pour la bombe de 0. 20. Les fortes charges seront d'autant plus avantageuses, que les calibres seront plus forts, puisque la résistance de l'air diminue

constamment à mesure que les calibres augmentent.

LES PIÈCES DE FER PERMETTENT DE TIRER LES OBUS A FORTES CHARGES.

Sous le rapport de la résistance que les obus peuvent offrir dans le tir à fortes charges, nous ferons remarquer que les canons à bombes devant être coulés en fer, l'âme ne peut se dégrader d'une manière sensible : les battements des projectiles contre les parois doivent être peu de chose, et ce n'est qu'en rencontrant le but que les projectiles creux peuvent se briser.

A l'appui de cette opinion, nous exposerons le fait qu'avec le canon de 24 nous avons tiré des obus de 0. 15 avec des charges de 6 kil. Ces obus ont traversé des massifs de bois de chêne épais de 0. 50, à la distance de 300 m., sans se briser.

MOYEN D'EMPÊCHER LES OBUS DE SE BRISER EN TRAVERSANT LES MASSIFS DE BOIS.

Une légère augmentation dans l'épaisseur des bombes peut permettre de tirer avec les plus fortes charges et de traverser les massifs en bois, sans que les projectiles se brisent. En adoptant 1/6 pour rapport de l'épaisseur des parois au diamètre extérieur, le projectile vide pèserait les 0. 70 du pro-

jectile plein, la densité serait 5, et sa capacité intérieure n'en serait guère diminuée : la bombe de 0. 20 ainsi modifiée pourrait contenir beaucoup plus de poudre que les obus de 0. 15 ou de 0. 16 et que les boulets creux de 48 ; il en résulte que les effets explosifs dans la charpente des navires continueraient à être formidables. D'ailleurs cette augmentation dans les épaisseurs, en rendant les projectiles plus denses, donnerait lieu à des trajectoires plus rasantes aux grandes distances, et augmenterait les chances de toucher.

MOTIFS POUR REMPLACER LE CANON A BOMBES DE 0. 22 PAR CELUI DE 0. 20.

Nous proposons de remplacer le canon à bombes de 0. 22 par celui de 0. 20 tiré à fortes charges, afin d'augmenter considérablement la justesse du tir, en sacrifiant une partie des effets explosifs. Remarquons que lorsque les obus de 0. 20 éclateront dans les membrures des navires, ils y produiront des brèches tellement larges, qu'il sera impossible de les boucher, et que si l'éclatement a lieu en dessous de la ligne de flottaison, la perte du navire sera aussi bien décidée avec l'obus de 0. 20 qu'avec celui de 0. 22.

Les canons à bombes sur lesquels insiste le plus fortement le général Paixhans sont ceux de 80

ou 8°, pesant 3,500 kil. et de 200 liv. ou 11°, mais dont il n'a pas donné de projet.

Le poids de 3,500 kil. pour le canon à bombes de 80, n'a pas présenté d'inconvénients sérieux dans le service; aussi cette bouche à feu a-t-elle été généralement adoptée pour l'armement des vaisseaux et des bâtiments de guerre ainsi que pour les batteries de côte. Nous avons projeté un canon à bombes de 0 m. 20, ayant le même poids, mais tirant avec une forte charge 5 kil.; la discussion que nous établirons entre ces deux bouches à feu prouvera, nous le croyons du moins, la supériorité de celle que nous proposons sur le canon à bombes de 80 liv.

UTILITÉ D'UN CANON A BOMBES DE 0. 29.

Le motif qui nous porte à proposer en outre un canon à bombes de 0. 29 à forte charge, est qu'il importe d'avoir une bouche à feu d'un grand calibre et d'une très-grande portée, pour faire respecter un point essentiel des côtes par les flottes ennemies, en les obligeant de s'en tenir éloignées, dans la crainte des projectiles creux et très-lourds dont un seul pourrait consommer en un instant la perte d'un vaisseau. La faible charge du canon à bombes de 0. 27 ne permet à cette bouche à feu que de satisfaire très-imparfaitement à ces diverses conditions.

ricochables pour le boulet de 24 commencent respectivement à 170 m., 265 m. et 370 m., et finissent à 1,350 m., 1,280 m. et 1,220 m. Le boulet de 36 tiré avec la charge du tiers, et l'obus de 0. 22 tiré avec la charge de 5 kil. ont à peu près les mêmes limites inférieures pour les portées et les angles de tir; mais la portée maximum avec ricochets, comparée à celle du 24, est plus grande de 200 m. pour le 36 liv., et plus courte de la même quantité pour l'obus de 0. 22. Ainsi encore, dans le cas du tir à ricochets sur l'eau, les avantages sont pour les projectiles animés des plus grandes vitesses, et ces derniers se classent sous ce rapport dans l'ordre suivant : 1° boulets de 36; 2° boulets de 24; 3° obus de 0. 22.

Quoi qu'il en soit, le tir à ricochets sur l'eau ne peut être employé que par un temps calme; la mer est-elle houleuse? il n'y a plus de ricochets possibles : les coups qui portent trop bas sont perdus, et ceux qui portent trop haut n'ont que la chance d'atteindre quelque partie du gréement.

PROJECTILES QUE DOIVENT POUVOIR LANCER LES CANONS A BOMBES.

Les canons à bombes destinés à la défense des côtes doivent pouvoir lancer des projectiles de différentes espèces suivant les circonstances :

1° Des bombes; c'est leur destination principale,

contre les vaisseaux de guerre pour en percer les bordages et faire de larges brèches si le projectile éclate après s'y être arrêté, ou pour allumer l'incendie, détruire les hommes et ravager le matériel, si le projectile, après avoir traversé le bordage, vient à éclater dans l'intérieur du navire. Un nombre très-restreint de projectiles creux faisant explosion dans l'une ou l'autre de ces circonstances, détermine ordinairement la perte d'un vaisseau.

2° Des mitrailles; on en fait usage lorsque les navires ennemis se présentent à bonne portée, lorsque leurs carcasses sont très-légères ou qu'un grand nombre d'hommes sont en vue. Ce tir sera efficace contre des troupes de débarquement, contre les chaloupes qui les transportent ou lorsqu'un navire de guerre, par sa proximité, pourra plonger dans la batterie.

En tirant contre le bâtiment alternativement à obus à la hauteur de la ligne de flottaison, et à mitrailles sur le pont, il suffira d'un petit nombre de coups pour le mettre à la raison. Ce genre de tir pourra aussi être employé dans le combat de deux navires dont l'un chercherait à aborder l'autre. Le pont et les parties supérieures du bâtiment agresseur devant se trouver remplis d'hommes pour l'abordage, la mitraille des canons à bombes devra en faire une grande exécution.

3° Des obus à balles (shrapnells); ce tir sera em-

ployé efficacement toutes les fois qu'aux distanc
qui dépassent la bonne portée des boîtes à balle
un grand nombre d'hommes à découvert, ou
grandes surfaces de voitures et d'agrès serviro
de but. Ce sera un tir très-utile contre un déba
quement. On conçoit aussi que des batteries flo
tantes amenées sur la côte ou sur un grand fleu
traversant une ville maritime, pourront prendre
revers les troupes ennemies qui s'approcheraie
de la place, et que ces batteries pourront ain
élargir la défense, et au besoin appuyer un cam
retranché. Les batteries flottantes pourront égal
ment soutenir les mouvements d'une armée lo
geant un fleuve navigable ou les bords de la me
Dans ces diverses circonstances, les troupes enn
mies, sur lesquelles les batteries flottantes auron
tirer, pourront se trouver plus ou moins éloigné
du rivage, et ce sera généralement le cas d'en
ployer le tir des obus à balles.

4° Des boulets ; ce tir sera exceptionnel ; on
pourra guère en faire usage qu'aux grandes di
tances, lorsque l'on voudra augmenter les portée
dans ce cas, l'on pourrait tirer des boulets roug
qui produiraient dans la charpente des navir
des effets plus redoutables que ceux de 36 ou d
48. Enfin, comme circonstance exceptionnelle,
canon à bombes de 0. 20 pourrait entrer dans u
équipage de siége et être empoyé pour le tir e
brèche. Des boulets de 60 liv., lancés avec un

charge de 5 kil. ou une vitesse de 410 m., produiront contre les murailles en maçonnerie des effets bien plus formidables que ceux de 24 tirés avec la charge de 4 ou même 6 kilogrammes.

LES CANONS A BOMBES DOIVENT ÊTRE CONSTRUITS SOLIDEMENT.

D'après ce qui précède, les canons à bombes doivent pouvoir lancer des projectiles aussi lourds que les boulets pleins; ils doivent donc être construits aussi solidement que des canons, pour la charge que l'on se propose d'employer.

L'ancienne dénomination de canon encampané serait préférable pour des bouches à feu destinées à lancer des projectiles aussi variés que les boulets, les shrapnells, les bombes et les boîtes à balles.

PROJECTILES QUE DOIVENT LANCER LES CANONS A BOMBES DE 0. 20 ET 0. 29.

Les bouches à feu dont nous projetons la construction auront une longueur d'âme de 2 m. 65 pour le canon à bombes de 0. 20, et 2 m. 70 pour celui de 0. 29, y compris la chambre. Les projectiles qu'elles sont destinées à lancer sont :

Avec le canon à bombes de 0. 20,

1° Des obus pesant 18 kil. 50;

2° Des shrapnells, des boîtes à balles ou des boulets pesant 28 kil. 50.

Avec le canon à bombes de 0. 29,

1° Des bombes pesant 57 kilogrammes.

2° Des boîtes à balles ou à grenades de même poids.

La détermination des vitesses initiales pour des bouches à feu qui n'ont pas encore été éprouvées, ne peut se faire qu'approximativement. Nous n'indiquerons pas ici les divers moyens employés pour y parvenir. Qu'ils reposent sur la comparaison avec des pièces connues ou qu'ils résultent de l'application de certaines formules empiriques, ou d'une combinaison quelconque, ces moyens conduisent à peu près aux mêmes résultats.

CHARGES ADOPTÉES POUR LES CANONS A BOMBES PROPOSÉS.

Les charges de poudre que nous proposons et pour lesquelles nous construirons nos bouches à feu, sont de 5 kil. pour le canon à bombes de 0. 20, et de 10 kil. pour celui à bombes de 0. 29. Il en résulte que les vitesses initiales seront approximativement les suivantes :

VITESSES INITIALES QU'ELLES PROCURERONT.

1° Avec le canon à bombes de 0. 20,

500 m. pour le tir à obus;

410 m. pour le tir à shrapnells, à boîtes à balles ou à boulets.

2° Avec le canon à bombes de 0. 29,

410 m. avec les bombes et les autres projectiles de même poids.

L'ESPACE DANGEREUX PROPOSÉ COMME MOYEN ANALYTIQUE POUR JUGER DE LA JUSTESSE DU TIR.

Des expériences nombreuses peuvent seules déterminer les chances réelles de toucher un but, et encore celles-ci varient-elles suivant des circonstances qui souvent échappent à l'observation. A défaut d'expériences, la meilleure méthode analytique consisterait, suivant nous, à déterminer le plus ou moins de probabilité de toucher de deux bouches à feu, pour la comparaison de la grandeur des espaces dangereux pour des portées égales.

INCONVÉNIENTS DES FORMULES DE POISSON POUR LES TRAJECTOIRES RASANTES.

Si l'on emploie les formules de Poisson pour le tir surbaissé, il faudra avoir soin de prendre pour la valeur numérique du coefficient n celle relative à la vitesse moyenne des projectiles pour la partie de la trajectoire considérée. Mais les angles d'élévation qu'on en déduit pour une vitesse initiale donnée, étant généralement trop grands et d'au-

tant plus grands que les portées auxquelles ils s'appliquent sont plus étendues, on est obligé de supposer que la vitesse initiale augmente en même temps que l'angle d'élévation. Telle a été la méthode suivie dans les rapports sur les expériences de Gavres. Les expériences électro-balistiques faites avec l'appareil de M. le capitaine Navez, ayant démontré, que pour les angles de tir qui ne dépassent pas 10 à 12 degrés, les vitesses initiales du canon de 6 liv. de campagne ne varient pas, il est à croire qu'il en est de même pour les autres bouches à feu, et qu'ainsi les formules du tir surbaissé, données par M. Poisson, ne peuvent être appliquées qu'au moyen de plusieurs hypothèses inadmissibles.

LES FORMULES DE DIDION SONT ÉGALEMENT EMPIRIQUES.

Le traité de balistique de M. le lieutenant-colonel Didion permet de résoudre tous les problèmes relatifs aux trajectoires. Un grand nombre d'expériences ont permis de déterminer avec beaucoup d'approximation les valeurs des principaux éléments qui entrent dans les nouvelles formules auxquelles parvient cet auteur. Remarquons cependant que, quels que soient nos chefs de doctrine, Poisson ou M. Didion, nous avons toujours à suivre des formules purement empiriques dans

leurs applications; nous craindrions de trop nous écarter de la vérité, si nous exposions ici tous les résultats que donne le calcul des trajectoires des bouches à feu proposées, comparées à celles des pièces qu'elles doivent remplacer.

APPEL A L'EXPÉRIENCE SEULE POUR DÉTERMINER LA JUSTESSE DU TIR.

Il entre dans ces calculs trop d'éléments variables et hypothétiques, pour qu'ils puissent conduire à des chiffres certains. Nous nous bornerons à considérer les résultats généraux qui seront appréciables pour tout le monde, et nous en appellerons à l'expérience seule, pour déterminer avec certitude, le plus ou moins de justesse de tir.

COMPARAISON DU TIR DU CANON A BOMBES DE 0. 20 AVEC CELUI DU CANON A BOMBES DE 0. 22. SUPÉRIORITÉ DE LA PREMIÈRE PIÈCE.

On peut s'assurer que l'obus de 0. 20, lancé avec la vitesse initiale de 500 mètres, conservera à toutes les distances, jusqu'à celle de 1,600 m., une vitesse d'arrivée plus grande que l'obus de 0. 22 tiré avec la vitesse initiale de 358 mètres.

Il en résulte que la trajectoire de l'obus de 0.20 sera plus rasante que celle de l'obus de 0. 22; que l'espace dangereux en sera plus considérable

et que la chance d'atteindre sera notablement supérieure.

Dans le tir à boulets de 0. 20, comparé à celui à obus de 0. 22, les avantages du premier calibre sur le second sont encore plus considérables. Le boulet de 0. 20, partant avec la vitesse initiale de 410 m., conserve à toutes les distances une vitesse d'arrivée très-supérieure à celle de l'obus de 0. 22 et dont l'excès n'est pas moins de 40 pour cent aux distances de 1,000 et 1,600 m. La trajectoire du boulet de 0. 20 est plus rasante, l'espace dangereux plus considérable, et la chance de toucher plus grande que pour l'obus de 0. 22. Tous les avantages du tir sont donc pour le canon à bombes de 0. 20. Ils seraient encore bien plus prononcés si l'on comparait le tir à shrapnells de 0. 20 avec celui à shrapnells de 0. 22, ces derniers étant lancés avec la faible vitesse initiale que procure la charge de 3 kil. 50.

Les vitesses d'arrivée pour les projectiles lancés avec le canon à bombes de 0. 20 étant plus grandes, les pénétrations dans la charpente des navires seront plus considérables; celles-ci augmentant proportionnellement aux carrés des vitesses d'arrivée.

Le tir étant plus rasant pour le canon à bombes de 0. 20, les projectiles frapperont un but vertical sous un angle qui s'écartera moins de la normale à la surface, la composante de la vitesse suivant

cette normale sera plus grande, et le projectile pénétrera plus profondément.

SUPÉRIORITÉ DE TIR DU CANON A BOMBES DE 0. 29 SUR CELUI DE 0. 27.

Si nous comparons actuellement le canon à bombes de 0. 29 tiré avec la vitesse initiale de 410 m., à celui de 0. 27 tiré avec la vitesse initiale de 323 m., nous trouvons des avantages analogues pour le premier de ces calibres. Vitesses d'arrivée plus grandes à toutes les distances, trajectoires plus rasantes; espaces dangereux beaucoup plus considérables, et par suite justesse du tir plus efficace et pénétrations plus profondes dans les bordages des navires, tels sont les avantages que présente le canon à bombes de 0. 29 sur celui de 0. 27, et que l'on peut vérifier par le calcul.

Avec le canon à bombes de 0. 29, la vitesse d'arrivée à la distance de 2,000 m. est à peu près égale à la plus grande vitesse que les bombes de ce calibre peuvent acquérir par leur chute dans l'air. Ainsi, jusqu'à cette limite de portée, les bombes lancées par la bouche à feu projetée produiront, en atteignant les navires, des effets aussi formidables que si elles tombaient sur des charpentes après avoir été lancées par des mortiers aux plus grandes distances.

AVANTAGES DES GRANDES VITESSES POUR LE TIR A SHRAPNELLS.

Les grandes vitesses sont des plus avantageuses dans le tir à shrapnells. Lorsque la vitesse du projectile au moment de l'éclatement est considérable, les balles sont animées d'une plus grande vitesse de translation, elles parcourent des trajectoires plus étendues et elles frappent avec plus de violence. Il en résulte, que le shrapnell peut éclater à une distance plus grande en avant du but, tandis que les balles pourront encore y arriver et produire des effets meurtriers. Cet avantage est très-grand, car à la guerre on se trompe facilement dans l'appréciation des distances; si l'on croit l'ennemi trop près, les balles des shrapnells tirés avec de faibles vitesses arriveront sans force ou n'arriveront pas du tout, tandis que si l'on croit l'ennemi plus éloigné qu'il ne l'est réellement, et si l'erreur dans l'appréciation de la distance est plus grande que l'espace en avant duquel le shrapnell doit éclater, il en résultera que l'éclatement aura lieu en arrière des troupes et ne produira aucun effet. Plus la vitesse du shrapnell sera considérable, plus grande sera la distance du but à laquelle on pourra le faire éclater et plus grandes seront les chances de produire de l'effet, en supposant une erreur donnée dans l'appréciation des distances.

POIDS ET EMPLOI DU CANON A BOMBES DE 0. 20.

En proposant les canons à bombes de 0. 20 et de 0. 29, notre but a été de remplacer avantageusement ceux actuels de 0. 22 et 0. 27. Pour le canon de 0. 20, nous avons adopté le poids de celui de 0. 22, 3,500 kil., comme point de départ; en sorte qu'en conservant la même mobilité, nous avons créé une bouche à feu ayant une grande supériorité de tir. Le canon à bombes de 0. 20 formera la grande majorité des bouches à feu de côte : il pourra être transporté sur des navires de guerre, sur des batteries flottantes et même sur terre. Il sera très-efficace toutes les fois que les portées seront convenablement limitées par un coude de rivière, une sinuosité de la côte, un banc de sable, etc.; en tous cas, ses portées seront aussi étendues, et son tir sera plus juste que ceux du canon à bombes de 0. 22.

DESTINATION DU CANON A BOMBES DE 0. 29.

Quant au canon à bombes de 0. 29, nous avons été guidé par cette pensée, que, toutes choses égales d'ailleurs, les gros calibres sont les plus redoutables; que l'on ne peut les remplacer avantageusement par un plus grand nombre de bouches à feu de petits calibres; qu'il importe d'avoir, pour la défense des côtes, des bouches à feu ayant les

plus grandes portées, lançant les plus grosses bombes, parcourant les trajectoires les plus rasantes, afin que la chance de toucher aux plus grandes distances ne soit pas une affaire de hasard, et afin que les effets du projectile soient tellement formidables, qu'il suffise d'un seul ou d'un petit nombre de coups heureux pour déterminer la perte d'un navire. C'est avec de telles bouches à feu que l'on pourra lutter avantageusement contre des escadres ennemies. En effet, celles-ci peuvent généralement opposer, en très-peu de temps, des centaines de bouches à feu à une seule ou à un petit nombre de batteries de côte : il importe donc que celles-ci compensent, par la puissance du calibre et la justesse du tir, l'infériorité du nombre, et c'est avec d'autant plus de raison, qu'en détruisant, par exemple, un vaisseau de 100 canons, c'est autant de bouches à feu que l'on met hors de combat.

Avec le canon à bombes de 0. 29 tiré avec la forte charge de 10 kil., les escadres ennemies subiront des pertes notables avant d'avoir pris leurs dispositions pour le combat. Aux grandes distances, elles seront atteintes par les bombes sans pouvoir riposter, et aux distances ordinaires, le feu de cette grosse artillerie sera d'une efficacité victorieuse.

Les canons à bombes de 0. 29 seront utilement employés à la défense des passes, des dé-

troits, des bras de mer, de certains fleuves. Nous nous contenterons de citer la Tamise, le Tage, les Dardanelles, le Zuyderzée, l'entrée du port de Toulon, etc.

POIDS DES DIFFÉRENTES BOUCHES A FEU DES PLUS GROS CALIBRES.

La pratique donne la limite du poids que l'on ne peut guère dépasser dans la construction des bouches à feu.

Le canon de 48 liv. pèse 5,300 kil. : il y en a encore en Belgique. La marine hollandaise se sert d'un canon de 60 liv. ayant le même poids. Les Prussiens ont un canon à bombes de 0. 29 pesant 5,900 kilogrammes.

L'histoire nous fournit des renseignements intéressants sur l'emploi des grosses bouches à feu.

Au siége de Malte en 1565, les Turcs avaient 50 canons de 80 liv. de balles; ils en avaient de 110 liv. au siége de Belgrade, longs de 25 p., qu'on chargeait de 25 liv. de poudre.

Louis XIV fit tous les siéges de Flandre avec des pièces de 33.

L'on a déjà employé sur les vaisseaux des canons de 48, dont les anciens modèles (les basilics) pesaient 13,000 livres.

L'on a coulé, sous l'Empire français, des mortiers à la Villantroys de 11° en bronze, qui, avec leurs

affûts métalliques, pesaient 22,000 liv. et qui étaient commodément servis et manœuvrés par 8 canonniers.

Les anciens employaient volontiers des pièces d'un calibre énorme dans les places maritimes.

Les Portugais avaient placé au château de Saint-Giao, pour la défense de la barre de Lisbonne, une pièce de 22 pieds de longueur, pouvant lancer un boulet du poids de 100 livres.

A Malaga il y avait un serpentin qui tirait des boulets de 80 livres.

Le basilic de Malte (du calibre de 48) avait 24 calibres de longueur.

A Marseille, en 1524, il y avait un canon de 100 liv. de balles.

En général, au 16e siècle, les serpentins pesaient 140 quintaux, leurs boulets 80 liv., leurs charges 32 liv.; leur longueur était de 31 calibres et leurs portées de 8,500 pas.

Les Turcs ont, aux châteaux des Dardanelles, des pièces de gros calibres. En 1807, un boulet de marbre du poids de 313 liv., lancé par une de ces pièces, atteignit un vaisseau anglais et le mit hors de combat.

Dans ces derniers temps on s'est occupé de l'introduction de très-grosses bouches à feu pour le service de l'artillerie. Nous nous contenterons de rappeler le mortier monstre de 0. 60, qui tira quelques coups au siége de la citadelle d'Anvers;

le canon-obusier de 15° 3 anglais, pesant 18 tonnes, que l'on coula en Angleterre, en 1842, pour le pacha d'Égypte, enfin la colombiade, canon-obusier des États-Unis, du calibre de 12° et du poids de 25,000 livres.

Les exemples que nous venons de citer, principalement ceux de siéges, prouvent que le poids de 6,000 kil. n'est pas un obstacle pour les transports sur navires, ni pour le service des côtes. A plus forte raison pourrait-on employer actuellement des bouches à feu de ce poids, en considérant toutes les améliorations qui ont été introduites dans le matériel.

MOTIFS QUI ONT FAIT ABANDONNER LES GROS CANONS DE COTE.

A notre avis, les inconvénients qui ont fait abandonner les anciennes pièces des plus gros calibres sont les suivants :

1° Elles étaient pour la plupart en bronze ou en barres de fer forgées et cerclées. L'expérience a prouvé que les pièces de cette nature ne peuvent résister qu'à un petit nombre de coups quand elles sont d'un grand calibre.

2° Elles n'étaient guère redoutables pour les navires : ceux-ci n'ayant vraiment à craindre que les boulets rouges ou les bombes. Or, les anciens projectiles étaient ou de grès, qu'on n'était pas

dans l'habitude de chauffer, ou ils étaient de fonte, et alors leur usage présentait tous les inconvénients qui depuis ont fait abandonner le tir à boulets rouges pour le remplacer par celui à bombes.

3° L'imperfection des affûts.

ADMISSIBILITÉ D'UN CANON A BOMBES DE 0. 29 PESANT 6,300 KILOGRAMMES, ET CONVENANCE DE SON SERVICE.

Après avoir établi que le poids de 6,000 kil. pour la bouche à feu du plus gros calibre, loin d'être un obstacle insurmontable dans le service, a été employé même dans des cas où la mobilité était une condition essentielle, nous dirons que le canon à bombes de 0. 29 que nous proposons pèsera à peu près autant : 6,300 kilogrammes.

Quant à la difficulté que pourrait présenter le chargement d'une bouche à feu d'un aussi gros calibre, nous ferons remarquer que le canon à bombes de 0. 27, qui est en usage, a un projectile qui pèse déjà 46 kil., et que l'on a essayé au polygone de Braesschaet un canon à bombes de 0. 29, proposé par M. le général Timmerhans comme bouche à feu pour la défense des places. Le service de cette bouche à feu n'a présenté aucune difficulté sérieuse. Enfin, nous rappellerons que les Prussiens ont aussi un canon à bombes de 0. 29. Mais comme il n'est destiné à tirer qu'avec

la faible charge du dixième du poids du projectile (6 kil.), nous croyons inutile de faire ressortir la supériorité que possédera notre canon à bombes de même calibre tirant avec la charge au sixième ou 10 kil. de poudre.

Tracés des bouches à feu projetées.

DÉSIGNATION.	CANONS A BOMBES DE 0. 20	CANONS A BOMBES DE 0. 29
Diamètre de l'âme (celui des tables)	0 m. 2014	0 m. 2914
Fond hémisphérique, raccordé avec la chambre par un arc de cercle tangent aux deux génératrices (voir le dessin pour la construction)		
Diamètre de la chambre (fond hémisphérique)	0. 1700	0. 2300
Longueur de la chambre, y compris le fond hémisphérique	0. 3000	0. 5457
Longueur totale de l'âme, depuis la tranche jusqu'au fond de la chambre	2. 6500	2. 7000
Diamètres extérieurs: minimum au pourtour de la chambre	0. 6000	0. 8120
Diamètres extérieurs: au commencement du 1er renfort	0. 6260	0. 8150
Diamètres extérieurs: à la fin du 1er renfort	0. 5700	0. 7280
Diamètres extérieurs: à la fin du 2e renfort ou commencement de la volée	0. 4150	0. 5680
Diamètres extérieurs: au collet de la volée	0. 3600	0. 5300
Diamètres extérieurs: au plus grand renflement du bourrelet	0. 4800	0. 6500
Culasse hémisphérique concentrique avec le fond de la chambre. Courbure raccordée par un tronc de cône avec le pourtour de la chambre. Rayon de courbure.	0. 3000	0. 4060
Le 1er renfort commençant avec la partie cylindrique de l'âme.		
Longueur du 1er renfort	0. 4700	0. 3750
Id. du 2e renfort	0. 7240	0. 6880
Id. de la volée jusqu'au collet	0. 8553	0. 8413
Id. du bourrelet, à partir du collet	0. 2000	0. 2500
Abaissement de l'axe des tourillons	0. 0300	0. 0300
Distance de l'axe des tourillons à la tranche	1. 6620	1. 7440
Diamètre du tourillon	0. 1800	0. 2530
Longueur du tourillon	0. 1500	0. 2000
Diamètre de l'embase	0. 2200	0. 2950
Diamètre du collet du bouton de culasse	0. 1500	0. 2550
Hauteur de la visière	0. 4500	0. 1050
Angle de mire	0°	0°
Poids de la pièce	3,500 k.	6,300 k.
Prépondérance	325	500

Il n'entre pas dans notre plan de faire ici le mémoire de construction des pièces projetées. Nous ferons seulement remarquer que le canon à bombes de 0. 20, par ses épaisseurs qui surpassent celles ordinaires des canons à bombes, aura une résistance suffisante pour tirer les projectiles les plus variés avec la charge de 5 kil. Nous en avons d'ailleurs calculé toutes les dimensions.

Quant au canon à bombes de 0. 29, que nous destinons uniquement au tir des bombes, ses épaisseurs sont nécessairement plus faibles relativement à la première pièce. Nous avons plusieurs moyens de les justifier. Nous nous bornerons à indiquer les résultats du calcul de l'épaisseur maximum, d'après la méthode de M. le général Timmerhans.

DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR MAXIMUM DU CANON A BOMBES DE 0. 29 PAR LA THÉORIE DE M. LE GÉNÉRAL TIMMERHANS.

Les bouches à feu qui ont été construites en Belgique, d'après les tracés de M. le général Timmerhans, ont parfaitement résisté au tir avec les charges que leur avait assignées leur auteur. Ce résultat prouve la bonté de la théorie de M. Timmerhans.

Nous avons pris le canon de 36 comme pièce de comparaison. Nos motifs sont que, de toutes les

bouches à feu de gros calibre tirant à forte charge, cette pièce est la plus légère relativement au poids du projectile. La bonté de la construction de ce canon a d'ailleurs été reconnue par un long service.

D'après l'ouvrage de M. Timmerhans, si l'on représente par :

V, la vitesse du projectile en un lieu quelconque de l'âme ;

V, le volume du vide que laisse le projectile derrière lui, on aura généralement :

$$V' = \alpha V^n$$

Le facteur n doit se déterminer d'après les résultats suivants des expériences de Hutton :

Valeur du poids de la charge en fonction de celui du projectile.	Valeur de n.
0. 125	0. 2105
0. 250	0. 2316
0. 375	0. 2548
0. 500	0. 2803
1. 000	0. 4106

La charge de poudre du canon de 36 étant le tiers, et celle du canon à bombes étant le sixième du poids du projectile (la bombe étant chargée), nous avons trouvé les valeurs de n par interpolation.

Nous avons supposé que le boulet de 36 s'est déplacé d'un demi-calibre lorsque la tension des gaz est arrivée à son maximum. Nous renvoyons à l'ouvrage de M. le général Timmerhans pour les explications relatives à sa théorie.

Il résulte de notre calcul, que l'épaisseur maximum du canon à bombes de 0. 29, à la naissance du raccordement, déduite de celle du canon de 36, devrait être de 0. 249 au lieu de 0. 2618 que nous lui avons donnée.

Nous avons fait un calcul semblable en prenant le canon à bombes de 8° pour terme de comparaison : mais nous avons supposé pour cette pièce que la tension maximum des gaz avait lieu quand le projectile s'était déplacé d'un rayon. Il est d'ailleurs reconnu que le canon à bombes de 8° a des épaisseurs très-fortes; celles qu'on déduit par voie de comparaison pour le canon à bombes de 0. 29, sont de 0 m. 0318 plus faibles que celles que nous avons adoptées.

Le canon de 36, que nous avons pris comme pièce type pour notre tracé, nous a conduit à un canon à bombes solide et par trop lourd relativement à la charge de 10 kil. Ces propriétés sont naturellement résultées de celles que possédait le canon de 36 lui-même.

On trouvera tous les résultats des calculs dans les deux tableaux qui suivent :

FORCE MOTRICE MAXIMUM, TENSION MAXIMUM DES GAZ, ETC.	BOUCHES A FEU		OBSERVATIONS.
	CANON de 36, pièce de comparaison	CANON à bombes de 0. 29	
Tir......	BOULET 18 k.	BOMBES chargées, 60 k.	
Charges..	6 k.	10 k.	
Vitesse du projectile au sortir de la bouche à feu (décimèt.).	5200	4100	FORMULES $V = \alpha V^n$ (1) Force accélératrice : $\varphi = n \alpha^2 V^{2n-1}$ (2) Pour trouver le déplacement initial du canon à bombes par comparaison avec celui de 36 liv., soient : x, le déplacement initial du boulet de 36 liv.; v, la vitesse du boulet de 36 livres après son déplacement initial; $x_,$, le déplacement initial cherché de la bombe de 0. 29; $v_,$, la vitesse de la bombe après son déplacement initial; x, on doit avoir : $\frac{x}{x_,} = \frac{v^2}{v_,^2}$ (3) x et v, se déterminent par approximations successives, au moyen des equations (1) et (3).
Diamètre de l'âme.....Id....	1.75	2.914	
Aire de la section de l'âme (décimètres carrés)...........	2.40	6.67	
Volume du vide intérieur (décimètres cubes)...........	65.35	165.9	
Volume de la chambre (Id.)...		16.00	
Volume de la charge, la densité de la poudre étant 0.9 (Id.).	6.67	11.11	
Volume en arriere du projectile avant son déplacement (Id.).	6.67	16.00	
Espace initial parcouru par le projectile (décimètres).....	1.75	1.15	
Volume en arrière du projectile lors de la tension maximum des gaz (déc. cubes)..	10.87	23.67	
Valeur du coefficient n.......	0.247	0.2175	
Id. α.....	18.52	1348.9	
Vitesse du projectile après son déplacement, lorsque les gaz ont atteint leur tension maximum (décimètres).........	3339	2684	
Nombre proportionnel à la force accélératrice maximum.....	102198	66210	
Valeur de la pesanteur terrestre (décimètres)...........	98.09	98.09	
Nombre proportionnel de la force motrice maximum....	18754	40500	
Aire du grand cercle du projectile (décim. carrés)......	2.261	6.529	
Nombre proportionnel à la tension maximum des gaz.....	8298	6203	
Epaisseur maximum (décim.)..	2.00	2.49	

FORCE MOTRICE MAXIMUM, TENSION MAXIMUM DES GAZ, ETC., ETC.	BOUCHES À FEU	
	CANON à bombes de 8° : pièce de comparaison.	CANON à bombes de 0. 29.
TIR........	BOMBES chargées, 27 k.	BOMBES chargées, 60 k.
CHARGES....	3 k. 5	10 k.
Vitesse du projectile au sortir de la bouche à feu.....	3580	4100
Diamètre de l'âme....................................	2. 20	2. 914
Aire de la section de l'âme..........................	3. 804	6. 67
Volume du vide intérieur.............................	93. 80	165. 9
Volume en arrière du projectile avant son déplacement.	8. 74	16
Espace initial parcouru par le projectile............	1. 101	1. 48
Volume en arrière du projectile après son déplacement initial	13. 038	25. 8716
Valeur du coefficient n	0. 2117	0. 2175
Id. α...	1368. 6	1348. 9
Vitesse du projectile après son déplacement initial...	2957	2737
Nombre proportionnel à la force motrice maximum...	24. 831	38. 518
Id. à la force accélératrice maximum.	90. 210	62. 971
Aire du grand cercle du projectile...................	3. 806	6. 529
Nombre proportionnel à la tension maximum des gaz.	6524	5900
Épaisseur maximum....................................	1. 95	2. 304

ÉTAT ACTUEL

DE

L'ARTILLERIE DE CAMPAGNE

I. ET R. AUTRICHIENNE

Par G. A. JACOBI

LIEUTENANT DE L'ARTILLERIE PRUSSIENNE

Traduit de l'allemand par J. B. C. F. NEUENS

MAJOR DE L'ARTILLERIE BELGE.

QUATRIÈME PARTIE.

TIR DES BOUCHES A FEU.

—

§ 37. *Tir des canons.*

1. Tir à boulet.

Les canons de campagne autrichiens construits pour la charge du tiers du poids du boulet n'ont que 15 calibres de longueur d'âme, ainsi que nous l'avons vu au § 1er, et sont par conséquent les canons de campagne les plus courts qui existent.

L'angle de mire est de 36 minutes. Une conséquence naturelle de cette petitesse de l'angle de mire réunie à la faible longueur d'âme, c'est une portée de but en blanc beaucoup moindre. Cette portée est pour le canon

de 3 liv. 400 pas, pour le canon de 6 liv. 500 pas, et pour les canons de 12 liv. et de 18 liv. 600 pas.

Le tableau ci-après donne les hauteurs de hausse pour toutes les distances auxquelles le tir de plein fouet possède encore quelque probabilité d'effet.

Outre les hauteurs de hausse, la table de tir contient encore des formules pour calculer des hauteurs de hausse convenables à des distances quelconques comprises entre limites, et dans lesquelles la lettre *n* représente la portée en pas divisés par 100. Ces formules ne donnent du reste certaines hauteurs de hausse que d'une manière approximative, tandis que celles exprimées dans la table sont exactes.

Pour le tir roulant sous l'angle de mire naturel la table ne donne que la plus grande portée totale.

		3 LIV.		6 LIV.		12 LIV.		18 LIV.	
Charge en kil.		0 k. 42		0 k. 84		1 k. 40		2 k. 52	
Portée sous 0°, pas de 2 p. 4 po. (0 m. 7376)		200		250		400		400	
— de but en blanc		400		500		600		600	
Hausses en pouces de Vienne (0 m. 026342), pour les portées en pas de 0 m. 7376	500	1/4	$\frac{n-4}{4}$	0	$\frac{n-5}{4}$	— 1/4 (1)		— 1/4 (1)	
	600	1/2		1/4		0	$\frac{n-6}{4}$	0	$\frac{n-6}{4}$
	700	3/4		1/2		1/4		1/4	
	800	1		3/4		1/2		1/2	
	900	1 1/4		1		3/4		3/4	
	1000	1 1/2		1 1/2	$\frac{n-4}{4}$	1 1/4		1	
	1100	1 3/4		1 3/4		1 1/2		1 1/4	$\frac{n-5}{4}$
	1200	2 1/4		2		2	$\frac{n-4}{4}$	1 3/4	
	1300	»		2 1/4		2 1/4		2	
	1400	»		2 1/2		2 3/4		2 1/4	
	1500	»		»		3	$\frac{n-9}{2}$	2 3/4	
	1600	»		»		3 1/2		3 1/4	$\frac{n-2}{4}$
	1700	»		»		4		3 3/4	
	1800	»		»		4 1/2		4	
	1900	»		»		»		4 1/4	
	2000	»		»		»		4 3/4	
Portée totale du coup roulant		1600		1800		2000		2200	
Différence du métal donnant lieu à l'angle de mire : millimètres		11,1		14,6		18,3		21,1	
Pour le tir horizontal, on pointe en terre en avant de la pièce : pas. (Pour le tir roulant, on vise par les plus hauts points du métal.)		150		150		170		180	

(1) Hausses négatives (à placer sur le bourrelet). — Dans la pratique, on pointe de but en blanc, en visant un peu plus bas.

Tableau des angles de mire correspondant aux hausses

HAUSSES EN POUCES (0 m. 026342).	CANONS DE CAMPAGNE DE 3 liv.	6 liv.	12 liv.	1
0	0° 25′	0° 36′	0° 36′	(
1/4	0° 55′	0° 59′	0° 49′	(
1/2	1° 17′	1° 9′	1° 2′	(
3/4	1° 36′	1° 25′	1° 15′	1
1	1° 57′	1° 42′	1° 28′	1
1 1/4	2° 17′	1° 59′	1° 41′	1
1 1/2	2° 38′	2° 15′	1° 55′	1
1 3/4	2° 59′	2° 31′	2° 5′	1
2	3° 19′	2° 47′	2° [illegible]′	1
2 1/4	3° 40′	3° 4′	2° 33′	2
2 1/2	4° »	3° 20′	2° 46′	2
2 3/4	4° 21′	3° 36′	2° 59′	2
3	4° 41′	3° 52′	3° 12′	2
3 1/2	5° 22′	4° 25′	3° 38′	3
4	6° 3′	4° 57′	4° 3′	3
4 1/2	6° 44′	5° 30′	4° 28′	3
5	7° 14′	6° 2′	4° 55′	4
5 1/2	7° 53′	6° 34′	5° 21′	4
6	8° 33′	6° 56′	5° 47′	5
7	9° 51′	7° 59′	6° 38′	5
8	11° 9′	9° 2′	7° 18′	6
9	12° 26′	10° 4′	8° 8′	7
10	13° 43′	11° 6′	8° 58′	7
12	»	»	10° 36′	9
14	»	»	12° 13′	10
16	»	»	13° 50′	12
18	»	»	15° 25′	13
20	»	»	»	15

Avant de passer au tir à balles, nous devor porter quelques données sur le tir des boulet de 12 liv., dont il a été question déjà au § 16 et q destinés à la destruction des parapets des ouvr campagne.

L'élévation employée pour tirer ces projecti diverses distances est plus forte que pour le ti à qui s'exécute avec une charge presque double.

On a essayé aussi des boulets creux de 6 liv

on ne les a pas adoptés, parce que l'effet explosif en est trop faible.

Tir des boulets creux de 12 liv. à la charge réglementaire de 0 k. 91.

DISTANCES EN PAS (0 m. 7376) ET HAUSSES EN POUCES (0 m. 026342).											
300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
Parallèle.	But en blanc.	1/4	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4 1/4	5

Les charges de 0 k. 70 et 1 k. 12 n'ont pas donné de différences marquantes quant à l'effet produit comparativement à celle de 0 k. 91. Les variations de portée des boulets creux ont été plus grandes que celles des boulets pleins, tandis que les déviations latérales ont été à peu près les mêmes que celles des boulets pleins.

Pour assurer l'explosion des boulets creux, on emploie des fusées de hêtre blanc, qu'on laisse à toute leur longueur, et qu'on plante dans l'œil du projectile à l'aide de la presse, aussi fortement que possible. Le projectile chargé est ligaturé sans sabot dans le sachet, la fusée dans l'axe de la cartouche, et débordant avec sa coiffe l'étoffe du sachet.

Le boulet creux pèse vide 3 k. 45. La charge explosive pèse 0 k. 245.

2. Tir à balles.

La charge pour le tir à balles dépasse celle pour le tir à boulet, de $\frac{1}{6}$ au canon de 3 liv. et de 12 liv., de $\frac{1}{4}$ au canon de 6 liv., et de $\frac{1}{10}$ au canon de 18 liv.

Le rapport du poids des boîtes à balles au boulet du même calibre n'est pas constant, mais varie suivant la

manière dont les boîtes sont remplies. Leur poids dépasse en général un peu celui du boulet, mais la différence s'élève au plus à $\frac{1}{4}$ du poids de ce dernier, comme cela a lieu, par exemple, pour la boîte de 12 liv. à balles de 6 loth.

On a très-judicieusement fixé à 700 pas la limite supérieure des distances auxquelles s'emploie le tir à balles, même des canons de 12 liv. et de 18 liv.

Une disposition particulière à l'artillerie autrichienne consiste dans le tir à balles avec addition d'une boîte à dragée, destinée à rehausser l'effet du coup.

C'est aux distances de 200 à 300 pas qu'on doit les tirer avec les canons de 3 liv., de 6 liv. et de 12 liv., pointés de but en blanc.

Quant à l'addition d'une boîte à dragée sur la cartouche à boulet, on ne doit y recourir qu'en cas d'extrême urgence, et pour la distance de 200 pas au plus, parce que l'effet de ce tir est trop faible.

La table de tir ci-après donne les hausses convenables aux diverses distances pour le tir à balles.

CALIBRES DE		HAUSSES EN POUCES (0 m. 026342) DES CANONS DE						
		3 LIV.	6 LIV.		12 LIV.			18 LIV.
Tirant des balles de : (loths)		3	3	6	3	6	32	6
A la charge en kil. de		0 k. 56	1 k. 12		1 k. 68			2 k. 80
Aux distances en pas de (0 m. 7376)	200	Parall.	Parall.	Parall.	Parall.	Parall.	Parall.	Parall.
		But	id.	id.	id.	id.	id.	id.
	300	en blanc.	But	id.	But	But	id.	id.
	400	id.	en blanc.	But	en blanc.	en blanc.	But	But
	500	1/2	1/2	en blanc.	1/2	1/2	en blanc.	en blanc.
	600	id.	id.	id.	id.	id.	1/2	1/2
	700	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.

Le terrain étant défavorable, on pointe à 200 pas de but en blanc, à 300 pas avec $\frac{1}{4}$ de pouce de hausse, et ainsi de suite, c'est-à-dire en pointant comme si la distance était de 100 pas plus grande.

3. Recul des canons.

Le recul des canons autrichiens, tirant le boulet à arge de guerre, sur un terrain horizontal, et l'axe de pièce étant horizontal,

, pour les calibres de . .	3 liv.,	6 liv.,	12 liv.,	18 liv.,
mètres	0 m. 870	2 m. 766	3 m. 214	5 m. 690.

§ 38. *Tir des obusiers.*

1. Tir à obus.

Les 2 obusiers sont munis chacun de 3 charges de npagne différentes. A l'obusier de 7 liv., elles sont de $\frac{1}{22}$ et $\frac{2}{27}$ du poids de l'obus chargé et apprêté pour le vice de campagne ; à l'obusier de 10 liv., ces rapports nt $\frac{1}{26}$, $\frac{1}{17}$ et $\frac{2}{23}$.

A. Jet.

Pour une certaine série de distances, la charge pour t d'obus reste constante, tandis que la hausse va en nentant avec la distance ; puis on passe à la charge rieure avec une nouvelle série de hausses qui con-

duisent jusqu'à la charge pleine de campagne. A l'obusier de 7 liv., on n'a déterminé 2 hausses distinctes que pour les distances limites où la charge change. A l'obusier de 10 liv. on a indiqué pour les distances de 800, 900 et 1,000 pas les hausses convenables, aussi bien pour la charge moyenne, que pour la petite charge.

Les hausses correspondantes aux portées marquées dans la table de jet ci-après équivalent à des élévations variant entre $4\frac{1}{2}°$ et $15\frac{1}{2}°$.

On ne peut pas compter que l'obus s'arrêtera toujours au point de chute, puisque l'expérience a fait voir que cela n'a lieu que dans des circonstances très-favorables, lors même qu'on emploie la plus grande des élévations ci-dessus.

Il est étrange que sous ce rapport les expériences de l'artillerie autrichienne aient pu donner des résultats aussi différents de ceux obtenus par l'artillerie prussienne.

En effet il paraît que les obus autrichiens s'arrêtent au premier point de chute, sur un terrain favorable au tir roulant :

LANCÉS PAR L'OBUSIER DE	7 LIV.	Avec les charges de..........	0 k. 21	0 k. 35	0 k. [illegible]
		Et avec les hausses en pouces de.	8	7	6 [illegible]
		Ou avec les élévations de......	13° 42'	12° 2'	11° 11'
	10 LIV.	Avec les charges de..........	0 k. 42	0 k. 63	0 k. [illegible]
		Et avec les hausses en pouces de.	8 1/2	8	8
		Ou avec les élévations de......	14° 2'	13° 14'	8° [illegible]

Or, d'après des expériences prussiennes, on ne peut compter avec certitude sur la suppression des ricochets qu'en employant des élévations de 15 à 16 degrés, tandis que d'après le tableau ci-dessus, l'obus s'arrêterait déjà sous 8 $\frac{1}{2}$°, lancé par la forte charge de campagne.

L'élévation se donne toujours au moyen de la hausse; les fusées ne sont pas réglées. On les place dans les obus sans les raccourcir, et avant l'entrée en campagne, de sorte qu'elles conviennent aux plus longues durées de la trajectoire.

On voit que ces obusiers courts ont conservé surtout leur qualité de bouche à feu de jet; l'élévation considérable qu'ils peuvent recevoir procure au moins la possibilité de lancer l'obus de manière qu'il reste au point de chute, quoique l'on puisse ne pas avoir eu ce résultat en vue pour les cas les plus ordinaires, ainsi que le font voir les tables de tir ci-après.

Cependant l'adoption récente d'un obusier long, dont nous connaissons la construction par le § 3, semble indiquer que l'artillerie autrichienne a éprouvé aussi le besoin de faire mieux ressortir dans les obusiers de campagne les propriétés qui tiennent du canon, et de replacer au second rang celles que cette bouche à feu partage avec les mortiers.

Malheureusement, jusqu'à présent nous ne possédons pas de renseignements sur le tir de l'obusier long.

Table de réduction des hausses en angles d'élévation, pour les obu anciens et pour ceux du modèle de 1838.

HAUSSES EN POUCES (0 m. [illegible]).	OBUSIERS DE	
	7 liv.	10 liv.
1/4	26′	25′
1/2	52′	50′
3/4	1° 18′	1° 16′
1	1° 44′	1° 41′
1 1/4	2° 10′	2° 6′
1 1/2	2° 35′	2° 31′
1 3/4	3° 2′	2° 57′
2	3° 29′	3° 22′
2 1/4	3° 55′	3° 47′
2 1/2	4° 22′	4° 12′
2 3/4	4° 47′	4° 37′
3	5° 13′	5° 2′
3 1/2	6° 5′	5° 52′
4	6° 57′	6° 42′
4 1/2	7° 48′	7° 32′
5	8° 40′	8° 21′
5 1/2	9° 31′	9° 11′
6	10° 21′	10° »
7	12° 2′	11° 37′
8	13° 42′	13° 14′
9	15° 20′	14° 50′
10	16° 56′	16° 23′
12	20° 4′	19° 25′
14	23° 6′	22° 21′
16	25° 59′	25° 11′
18	28° 44′	27° 52′
20	31° 21′	30° 26′

TABLE DE TIR DE CAMPAGNE.

Pouce de Vienne = 0 m. 026342.

DISTANCES EN PAS (0 m. 7376).	HAUSSES EN POUCES POUR LE JET D'OBUS					
	de 7 liv. aux charges de			de 10 liv. aux charges de		
	0 k. 21	0 k. 35	0 k. 56	0 k. 42	0 k. 63	0 k. 945
500	5 1/2	»	»	»	»	»
600	7	»	»	4 1/2	»	»
700	8 1/2 } $\frac{5}{4}(n-1)$	»	»	5 1/2	»	»
800	8 3/4	3 1/2	»	6 3/4 } n—1	2 3/4	»
900	»	4 1/2	»	8	3 1/4	»
1000	»	5 } n—5	»	9 1/2	3 3/4 } $\frac{n-2}{2}$	»
1100	»	6	»	»	4 1/4	»
1200	»	6 1/2	»	»	5 1/4	3
1300	»	7 1/2	»	»	»	3 1/4
1400	»	8	3 3/4	»	»	3 3/4
1500	»	»	4 1/4	»	»	4 1/4 } $\frac{n-6}{2}$
1600	»	»	4 1/2 } $\frac{n-7}{2}$	»	»	4 3/4
1700	»	»	5 1/4	»	»	5 1/2
1800	»	»	5 3/4	»	»	6 1/4
1900	»	»	6 1/4	»	»	7
2000	»	»	7	»	»	7 3/4

B. Tir roulant.

HAUSSES EN POUCES (0 m. 026342).	PORTÉES DU PREMIER BOND EN PAS DES OBUSIERS DE					
	7 liv. à la charge de			10 liv. à la charge de		
	0 k. 21	0 k. 35	0 k. 56	0 k. 42	0 k. 63	0 k. 945
0	100	150	300	100	200	300
1/2	150	250	450	200	300	400
Portées totales.	800	1000	1400	900	1400	1800

Aux obusiers de 7 liv. la portée du premier bond, ain que la portée totale, augmente de 100 pas, par demi pouce de hausse, avec les charges de 0 k. 35 et 0 k. 5 et par pouce de hausse, avec la charge de 0 k. 21.

Aux obusiers de 10 liv. la portée du premier bon augmente de 100 à 200 pas par pouce de hausse.

La hausse maximum est de 2 pouces pour le tir rou lant.

D'après cela, on possède les moyens de porter le pre mier bond de 50 en 50 pas, depuis 100 jusqu'à 450 pa et à partir de cette distance, de 100 en 100 pas, jusqu' 750. Ce genre de tir doit donc être considéré comm fort perfectionné.

2. Tir de balles à éclairer.

Pour le jet des balles à éclairer à 500 ou 600 pas, o emploie à l'obusier de 7 liv. la charge de 0 k. 21 e 5 pouces de hausse.

A l'obusier de 10 liv.	avec la charge de 0 k. 21 on les porte avec	6 p. de hausse	à	300 pas
		7 p.	—	350 —
		8 p.	—	400 —
	— 0 k. 28 —	6 p.	—	400 —
		7 p.	—	500 —
		8 p.	—	600 —

Les balles à éclairer de 7 liv. brûlent 6 minutes, e celles de 10 liv. 8 minutes.

3. Tir à balles.

Avec l'obusier de 7 liv. on tire les boîtes à balles à 400 pas, et avec l'obusier de 10 liv. à 500 pas, en vi

t par-dessus le métal; on donne $\frac{1}{2}$ pouce de hausse ur chaque centaine de pas d'augmentation.

Lorsque le terrain est défavorable, on donne pour la tance de 300 pas, à l'obusier de 7 liv., 1 pouce de sse, et à l'obusier de 10 liv. $\frac{1}{2}$ pouce, en augmentant $\frac{1}{4}$ de pouce de hausse par 100 pas d'accroissement la distance.

Les boites à balles pèsent un peu plus que l'obus argé.

4. Recul des obusiers.

Le recul des obusiers tirant des obus horizontalement est :

A l'obusier de 7 liv., avec	charge de	0 k. 21	—	0 m. 764
	—	0 35	—	2 634
	—	0 56	—	4 267
A l'obusier de 10 liv., avec	—	0 42	—	1 370
	—	0 63	—	4 057
	—	0 945	—	5 054

§ 39. *Probabilité du tir des bouches à feu de campagne.*

1. Canons.

A. Tir de plein fouet.

Feu lent des canons de campagne.

a. *Contre une cible carrée de 1 m. 90 de côté, résultats de plusieurs années du tir à la cible de Ledenitz et Vienne.*

b. *Résultats du tir d'école de Vienne (d'après le capitaine Rucker de l'artillerie I. et R., Militairzeitschrift de 1831).*

	Résultats du tir des canons de campagne de													
	3 liv. aux distances de				6 liv. aux distances de						12 liv. aux distances de			
Pas (0 m. 7376).	400	600	700	1000	500	700	800	900	1100	1300	500	800	1100	1600
Coups réussis sur 100.... α	96	77	69	55	88	78	73	70	60	44	92	76	68	47
β	92	83	74	50	91	86	74	»	68	»	95	81	72	

Dans le tir plongeant exécuté près de Vienne, sur une cible placée à 15 ou 20 mètres en dessous du niveau de la batterie, et devant laquelle les boulets fichaient en terre, 45 boulets de 3 atteignirent le but à 900 pas, 46 de 6 liv. et 64 de 12 liv. Une différence de dépression de 5 mètres ne produisait aucune différence notable dans la probabilité du tir.

Tir de guerre.

α. But de 1 m. 90 sur 18 m. 44 (25 pas) de longueur; β. 66 m. 38 (90 pas) de longueur.

	Résultats du tir de guerre des canons de campagne de											
	3 liv. aux distances de				6 liv. aux distances de					12 liv. aux dist. de		
Pas (0 m. 7376)......	400	500	700	900	700	900	1100	1300	1400	1100	1300	1500
Coups réussis sur 100............ α	77	69	63	59	73	63	52	55	»	56	52	37
β	»	»	»	»	»	40	37	»	35	»	»	»

Il est à remarquer que les résultats mentionnés sous

» ont été obtenus par des servants qui avaient beaucoup d'usage du feu devant l'ennemi, tandis que les autres résultats ont été obtenus après une paix de plus de 14 ans.

Si l'on compare ces effets à ceux réalisés dans les autres artilleries, et si on les prend pour base d'un jugement à porter sur la valeur de ces artilleries, on est obligé de convenir que, comparativement à l'artillerie autrichienne, les autres ne sont que des novices en matière de tir de plein fouet.

On est porté naturellement à se demander à quelle cause il convient d'attribuer un avantage aussi énorme dans les résultats du tir ; mais aucune donnée satisfaisante ne se présente pour la solution de cette question. Dès qu'il s'agit d'un *tir de guerre*, où l'on doit plus ou moins abandonner au chef pointeur l'appréciation des résultats et des hausses à employer, il va sans dire que la longue durée du service et les exercices multipliés du personnel de l'artillerie autrichienne constituent un coefficient qui doit influer puissamment sur la probabilité du tir.

Mais dans le tir d'école, où l'on connaît exactement les distances, et où l'on choisit habituellement un terrain très-favorable, ce coefficient ne peut plus exercer d'influence, car il est impossible d'admettre que les autres artilleries instruisent leurs hommes tellement mal, et consacrent tellement peu de soins à cette partie si éminemment importante des exercices, qu'il faille attribuer à un pointage défectueux l'infériorité des effets qu'elles obtiennent.

La proportion de la charge et les dimensions du vent

ne peuvent pas non plus constituer les causes principales d'une telle différence, puisque cette proportion existe encore ailleurs et que le vent est dans l'artillerie autrichienne plus grand que dans aucune autre (1).

Il ne reste donc plus qu'à supposer que la différence des résultats est due en partie à la faible longueur des canons autrichiens, et en partie aussi à la composition de leurs munitions. Cette idée semble d'autant plus se justifier, que des faits semblables se sont déjà réalisés à une certaine époque dans l'artillerie suédoise, dont les munitions sont constituées comme celles de l'Autriche, et aussi parce que les canons de campagne autrichiens n'ont jamais de logement du boulet, ce qui semble indiquer que les sabots exercent une influence défavorable sur la marche du boulet dans l'âme.

Du reste le tableau XIII du 3e de nos cahiers conduit à la même conclusion ; car les obusiers de 10 calibres de longueur d'âme y ont, du moins aux grandes distances, des effets supérieurs à ceux des canons de 17 calibres de longueur d'âme.

Cette grande probabilité d'effet compense évidemment, et au delà, la portée moindre du but en blanc de ces bouches à feu de 15 calibres de longueur d'âme.

(1) L'auteur sous-entend, comme vérité incontestable, que le vent agit d'autant plus défavorablement qu'il est plus grand.

Cependant ce principe, qu'on a enseigné pendant longtemps comme un axiome, ne paraît plus aussi évident lorsqu'on ne perd pas de vue que le vent est, dans la pratique, une grandeur complexe, composée d'une quantité constante (le vent minimum), et d'une quantité variable, dont les limites dépendent des diamètres des lunettes à calibrer les projectiles. Il n'est donc pas impossible que les variations inévitables d'un coup à l'autre produisent des différences de portée d'autant moins grandes qu'elles sont *plus petites relativement à la partie constante du vent.* (*Traducteur.*)

Variations de portée et déviations.

Afin de faire apprécier les déviations verticales et hori-
ıtales, nous citerons de nouveau le *Manuel de Smola*.
D'après des essais faits à Pesth en 1826 avec des
ns particuliers, les canons ont donné les déviations
rticales et horizontales (V. et H) ci-après exprimées
fonction des portées moyennes.

DÉVIATIONS.	CANONS DE											
	MONTAGNE de		CAMPAGNE DE				SIÉGE DE			PLACE DE		
	1 liv.	3 liv.	3 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.	12 liv.	18 liv.	24 liv.	6 liv.	12 liv.	18 liv.
V	0,20	0,15	0,17	0,11	0, 08	0, 06	0, 07	0, 07	0, 08	0,09	0, 10	0,07
H	0,04	0,02	0,013	0,011	0,008	0,006	0,007	0,007	0,006	0,009	0,012	0,007

B. Tir roulant.

D'après l'expérience, l'espace dangereux (projection
orizontale de la partie rasante de la trajectoire) est en
errain uni :

Dans le tir parallèle, la portée totale,

ous 1° d'élévation contre l'infant. 150 pas, contre la caval. 140 pas,
— 2° — — 60 — — 70 —
— 3° — — 45 — — 53 —
— 4° — — 34 — — 40 —
— 5° — — 27 — — 40 —
— 10° — — 14 — — 48 —

} du premier point de chute vers la pièce.

D'après un essai fait à Pesth en 1826, où l'on avait
établi sur la ligne de tir des réseaux en fil de 6 m. 638

de hauteur espacés de 30 en 30 pas, on a obtenu pour l'espace dangereux du canon de 6 de campagne, c'est-à-dire pour les longueurs où la trajectoire ne se relevait pas au-dessus de 1 m. 90 :

POINTAGE.	1er BOND.		AMPLITUDE DU						Longueur rasante en fonction de la portée totale.
			1er ricochet.		2e ricochet.		3e ricochet.		
	DISTANCE du point de chute.	LONGUEUR rasante.	Totale.	Rasante.	Totale.	Rasante.	Totale.	Rasante.	
Parallèle (moyenne de 13 coups)...	384	384	505	205	317	132	315	150	0,373
But en blanc (moyenne de 7 coups).	588	250	530	235	315	172	240	175	0,497
1/2 pouce de hausse (m. de 7 coups).	845	125	360	165	212	113	197	123	0,327

Si l'on retranche de la portée totale celle du 1er bond, et si l'on exprime la portée rasante de la somme des ricochets en fonction de la somme des amplitudes des ricochets, on obtient pour les trois élévations ci-dessus indiquées les rapports 0, 42, 0, 54 et 0, 52.

D'après cela, *pour obtenir un coup roulant qui soit rasant aux grandes distances, il vaut mieux pointer sous une légère élévation, que d'employer le tir parallèle, et au lieu de ce dernier tir, ordinairement recommandé, il est bien plus avantageux de pointer de but en blanc.*

Ce résultat est intéressant au plus haut degré, et mérite d'autant plus d'attention qu'il détruit une opinion généralement répandue.

Probabilité du tir de guerre à boulet roulant contre les cibles α et β. (p. 311.)

	RÉSULTATS DU TIR DE GUERRE A BOULET ROULANT, AVEC LES CANONS DE CAMPAGNE DE												
	3 LIV. aux distances de					6 LIV. aux distances de				12 LIV. aux distances de			
Pas de 0 m. 7376..	1000	1300	1400	1500	1700	1300	1500	1700	1900	1600	1700	1900	2000
Coups réussis sur 100. α	»	37	»	37	20	»	40	42	29	»	52	44	»
Coups réussis sur 100. β	73	»	31	»	»	64	»	22	»	59	»	»	26

Les résultats de ce tableau surpassent les résultats obtenus jusqu'ici par les autres artilleries, presqu'autant qu'en ce qui concerne le tir de plein fouet, quoique dans cette espèce de tir, le terrain exerce un effet tel sur la probabilité, que le plus grand calme et la plus grande habileté de l'artilleur ne peuvent pas beaucoup contribuer à un résultat avantageux.

C. *Tir à balles.*

Le petit nombre de balles contenues dans la boîte à balles, et le poids augmenté de la charge de poudre, expliquent suffisamment le faible effet du coup à balles.

Effets des boîtes à balles contre un but de 1 m. 90 de hauteur et 23 m. 82 de longueur, sur un terrain favorable au ricochet des balles, d'après des expériences faites à Pesth en 1826 et 1827.

DISTANCES EN PAS (0 m. 7876).		200		300		400		500		600	800
BOUCHES A FEU.	Poids et nombre des balles par boîte.	B	D	B	D	B	D	B	D	B	B
Canon de 3 liv.	28 balles de 3 loth.	7	14	6	23	5	26	»	»	»	»
— 6 »	60 — 3 —	24	19	20	27	12	28	»	»	»	»
— 6 »	28 — 6 —	9	16	9	20	9	26	7	»	»	»
— 12 »	114 — 3 —	37	16	30	26	16	28	8	30	»	»
— 12 »	28 — 12 —	8	15	4	20	5	18	3	22	2	»
— 12 »	12 — 32 —	6	8	4	14	2	14	3	14	2	2
— 18 »	84 — 6 —	30	18	19	24	13	28	11	28	9	»
— 18 »	28 — 18 —	10	13	7	16	6	22	4	»	4	4

B, nombre de balles qui ont porté sur une moyenne de 6 coups; D, largeur en pas de la surface de dispersion. Les élévations sont celles indiquées par la table de tir.

La pièce de 3 liv. chargée d'une boite à dragée par-dessus la boite à balles, a porté dans le but 29 balles à 100 pas, 20 à 150, et les largeurs correspondantes de la surface de dispersion ont été de 12 et 19 pas. Une boîte à dragée, chargée par-dessus la cartouche à boulet, a donné dans le but 20 et 13 balles à 100 et 150 pas, avec des dispersions de 10 et 13 pas.

D'après des expériences de tir de guerre, la probabilité de toucher un but de 1 m. 90 de hauteur, sur 18 m. 44 de longueur, est :

POUR LES CANONS DE	3 LIV.				6 LIV.			12 LIV.		
Chargés de	Boîte à balles et boîte à dragée.	Boulet et boîte à dragée.	de 3 loth.			6 loth.		12 loth.		32 loth.
Aux distances en pas de..	200	250	300	400	300	600	700	600	800	1000
Nombre de balles par coup (1)................	22	12	8	6	14	6	4	6	4	2

Résultat du tir plongeant :

			d'une hauteur de 15 m.	d'une hauteur de 17 m.
Le canon de 6 liv.	avec balles de 6 loth,	chaque coup a porté	3 balles	2 b.
— 12 liv.	— 12 —	—	4 —	3 b.
— 12 liv.	— 32 —	—	3 —	2 b.

2. Obusiers.

A. Jet.

Les données du *Manuel de Smola* concernant la probabilité du jet ne sont pas très-complètes, et ont en partie 34 ans de date ; il n'est pas possible d'après cela de se prononcer à cet égard en parfaite connaissance de cause. Cependant, pour ne pas laisser une lacune dans notre compte-rendu, nous citerons ce qu'on trouve dans le Manuel.

Le jet ordinaire d'obus de 7 liv. a donné dans un carré de 50 pas de côté, sur 60 coups tirés à chaque distance dans les exercices *de Ledenitz*, en 1806 :

À 1100 pas avec charge de 0 k. 56 et 3 1/2 pouces de hausse, 20 obus = 0, 33,
900 — 0 42 — 4 — 34 — = 0, 57,
600 — 0 28 — 4 1/2 — 40 — = 0, 66.

D'après Rucker, sur 100 coups il est tombé dans un carré de 30 pas de côté :

Obus de 7 liv.,	à 1100 pas,	25 ;	obus de 10 liv.,		18	La plupart des obus roulaient en avant dans le carré après leur chute.
—	— 900	18 ;	—	—	19	
—	— 600	37 ;	—	—	38	

Nous avons déjà reporté au paragraphe précédent les données du Manuel, accompagnées de nos observations concernant l'immobilité des obus à leur point de chute.

B. Tir roulant.

D'après le Manuel, le tir roulant de guerre a donné dans un but α de 1 m. 90 de hauteur et de 18 m. 44 (25 pas) de longueur, et dans un but β de même hauteur, et de 66 m. 40 (90 pas) de longueur :

Aux distances de		600	700	900	1100	1300	1400	1500	1700	1900 pas,	
sur 100 obus de . liv.	α	»	73	73	50	18	»	24	»	9	coups réussis.
	β	73	»	61	50	»	44	»	30	»	

Le terrain devant le 1er de ces deux buts était favorable au tir roulant, tandis que le but β, était précédé de champs, en grande partie labourés.

On doit toujours tâcher d'obtenir que l'obus aille rouler près du but, afin qu'il y éclate ; c'est pourquoi l'on doit avec la moindre hausse employer celle des charges qui suffit tout juste à atteindre à la distance voulue.

Les résultats ci-dessus ne peuvent être considérés que comme fort avantageux.

C. Tir à balles.

rès le Manuel, le tir à balles contre un but de
de hauteur sur 25 m. 80 (35 pas) de longueur
dans les essais de Pesth, en 1826 et 1827 :

S EN PAS	200		300		400		500		600		700	
BALLES	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D
de 6 loth.	23	17	11	30	10	25	7	26	6	30	»	»
de 10 loth.	18	17	7	26	9	25	7	26	5	30	3	»

le tir de guerre, l'obusier de 7 liv. a donné par ur un bon terrain, dans un but de 1 m. 90 de sur 18 m. 44 (25 pas) de largeur, 22 balles à , et 20 à 300 pas.

rès ce tableau, la probabilité du tir à balles des s est très-médiocre, ce qui est d'autant moins ole, que les boîtes à balles d'obusier, qui ne pè- fort peu au delà de l'obus chargé, contiennent une balle de plus que les boîtes à balles des obu- ussiens, et que la charge de poudre est environ e. Il est probable que la cause de la différence e recherchée dans l'infériorité de longueur de r autrichien.

). *Quelques remarques sur les fusées de guerre.*

possédons des données de mainte espèce sur

les fusées de guerre autrichiennes, mais elles sont si peu d'accord entre elles, et beaucoup d'entre elles sont, d'après ce que nous assurent les officiers autrichiens, tellement inexactes, que nous préférons de ne communiquer sur ce point aucun renseignement, plutôt que d'en donner qui n'offrent pas des garanties suffisantes d'exactitude.

Les diverses espèces de fusées de guerre introduites sont renseignées au § 17, et la description, quoique superficielle, qui en a été donnée, en fait suffisamment connaître le but.

Nous nous bornerons à ajouter ici un extrait du journal *Zeitschrift für Kunst, Wissenschaft und Geschichte des Krieges*, relatant les résultats obtenus en 1829, dans un tir d'essai de fusées de guerre contre une tour des fortifications de Lintz :

« Dans les travaux d'attaque dirigés contre la tour « défensive, on avait établi 5 batteries de fusées de « guerre. Deux de ces batteries étaient placées dans les « retours de la première parallèle, établie à 500 pas de « la tour, et ayant 130 pas de longueur. La batterie « située dans le retour de l'aile droite (n° 14) était « armée de 2 chevalets à fusées de 12 liv. ; celle du « retour de l'aile gauche en avait 3 de 6 liv. Deux « autres batteries furent établies derrière des couverts « accidentels du terrain, l'une (n° 12) à 380 pas, et « l'autre (n° 13) à 325 pas de la tour. De ces deux bat- « teries celle n° 12 seule, armée de 3 chevalets à fu- « sées de 12 liv., fit feu. Enfin la 5ᵉ batterie fut établie « à 150 pas de la tour, et armée des chevalets du plus « petit calibre. Elle était destinée à agir de concert

« avec des chasseurs couchés dans des fossés, creusés à « droite et à gauche, pour protéger la construction de « la batterie de brèche, qui devait avoir lieu à 50 pas « de la tour.

« Le 18 septembre les batteries décrites lancèrent « 216 fusées de guerre, savoir :

« 1° 72 fusées de 6 liv. sous 50° d'élévation.
« 2° 72 — 12 liv. — —
« 3° 72 — 12 liv. 60° —

« Dans ces essais les fusées de 6 liv. étaient armées « de grenades de 18 liv. avec 0 k. 35 de charge explo- « sive; les fusées de 12 liv. étaient armées d'obus de « 24 liv. avec 0 k. 42 de charge explosive. Le feu « dura 2 ½ heures.

« Le 19 septembre les batteries de fusées jouèrent « de nouveau; en 2 heures de temps il fut lancé « 170 fusées de 12 liv. armées d'obus de 30 liv. 50 de « ces fusées furent lancées sous 50°, et le reste sous « 55° d'élévation. En tout il y a donc eu 386 fusées « tirées.

« Des 386 projectiles creux lancés contre la tour au « moyen des fusées, 119 tombèrent sur la plate-forme, « et les autres dans les fossés ou sur les glacis.

« Or, le rayon de la plate-forme n'est que de « 15 m. 173, et il est certainement surprenant que « 0, 31 des fusées tirées soient tombées sur une telle « surface, car ce résultat serait même considéré comme « avantageux, si les projectiles creux avaient été lancés « de la manière ordinaire. Dans le fait, sur 268 bombes « et obus lancés dans les mêmes essais à l'aide des « mortiers et des obusiers, 91 seulement atteignirent

« la plate-forme de la tour, ce qui donne 0,34 d
« coups réussis. Du reste, d'après l'opinion générale
« ce furent les fusées qui, concurremment avec les
« bombes de 60 liv., produisirent les effets destructeurs
« qui furent constatés. »

Nous ne pouvons pas nous joindre à l'auteur de ce compte-rendu, dans l'éloge sans restriction qu'il fait des fusées de guerre, au point de vue de la probabilité du tir.

D'après les expériences les plus récentes concernant le jet des bombes, on est en droit d'exiger un résultat bien plus favorable du tir des mortiers à 500, à 400 et à 300 pas. Le calibre moyen des obus portés par les fusées a été de 24 liv., ce qui correspond au calibre de 7 liv. de pierre. Or, les résultats les plus récents obtenus avec le mortier de ce calibre contre un but d'environ 390 mètres carrés, ont donné à 300 pas 0,50, à 400 pas plus de 0,33 et à 500 pas plus de 0,25 de coups réussis, tandis que dans les essais cités, un but de 723 mètres carrés n'a été atteint que par le tiers des obus lancés. Il résulte de là que, pour l'objet en question, le mortier de 24 liv. serait d'un emploi plus avantageux que les fusées, et cela d'autant plus que ce mortier est plus facile à placer, et aussi facile à manier, que les chevalets à fusées. Si enfin on tient compte encore de ce que les résultats du tir des bombes, que nous avons cités, ont été obtenus avec des projectiles de toutes sortes, tandis que les projectiles de fabrication moderne procurent des effets bien plus avantageux, on conviendra sans peine de ce que les mortiers ont l'avantage sur les fusées, quant aux feux verticaux.

Toutefois il ne faut pas perdre de vue que les résultats en question du tir des fusées ne sont que partiels, et que, pour se prononcer en parfaite connaissance de cause concernant les effets de ce projectile, il faudrait avant tout comparer les effets de son tir avec ceux que donnent les canons et les obusiers (1).

Nous sommes d'autant moins disposé d'ailleurs à donner aujourd'hui les résultats cités comme un échantillon exact des effets du tir des fusées autrichiennes, que 13 ans se sont écoulés (2) depuis les essais en question, et qu'il se peut que le tir des fusées ait été perfectionné d'une manière analogue à celui des mortiers.

(1) C'est-à-dire comparer *les effets des coups réussis* dans les deux systèmes.

(2) L'auteur a écrit en 1840. (*Traducteur.*)

ÉTUDES

SUR LES APPAREILS

ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

DESTINÉS AUX EXPÉRIENCES DE L'ARTILLERIE EN ANGLETERRE, EN RUSSIE, EN FRANCE, EN PRUSSE, EN BELGIQUE, EN SUÈDE, ETC., ETC.

Par MARTIN DE BRETTES

Capitaine d'artillerie, inspecteur des Études à l'École Polytechnique.

CHAPITRE V

(SUITE)

APPAREILS FRANÇAIS.

SECTION II.

APPAREILS DE M. LE CAPITAINE MARTIN DE BRETTES.

II. MODIFICATIONS DU CHRONOGRAPHE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE.

D. Appareil à compteur électro-magnétique.

§ 1er.

Cet appareil a pour pièce principale un *compteur électro-magnétique*, composé essentiellement (pl. III, fig. 5 et 6), d'un compteur à pointage, donnant, avec exactitude, la plus petite division possible de la seconde de temps, division qui peut dépasser $\frac{1''}{50}$, et d'un électro-aimant destiné à mettre en mouvement le marteau qui détermine le jeu de

l'*aiguille porte-plume*, au commencement et à la fin des temps à mesurer.

La difficulté à vaincre consistait à faire agir le marteau sur le bouton en communication avec l'aiguille, pendant un temps très-court, afin que le même compteur pût servir à noter le commencement et la fin d'un ou de plusieurs intervalles de temps.

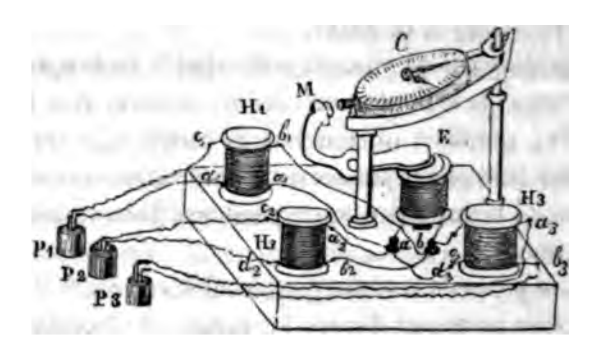
Les propriétés remarquables des *courants d'induction* nous ont donné le moyen de résoudre ce problème important au moyen d'un appareil très-simple.

§ 2.

L'*appareil à compteur électro-magnétique* se compose :

1° D'un compteur à pointage C, et d'un électro-aimant E destiné à produire le jeu de l'aiguille ;

2° D'un système de doubles hélices H_1, H_2, H_3, formées, chacune, de deux fils métalliques enroulés sur un corps isolant H, de manière que chaque spire de l'une d'elles soit comprise entre deux voisines de l'autre : les deux extrémités a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3, du fil de chacune de ces hélices sont attachées à celles a b de la bobine de l'électro-aimant du compteur, et celles c_1 d_1, c_2 d_2, c_3 d_3, et celle de l'autre fil sont en communication avec les pôles des piles P_1, P_2, P_3.



Voici quel serait le jeu de l'appareil :

Supposons qu'on mette les piles P_1, P_2, P_3 en activité, et qu'on tienne le marteau M éloigné du bouton du compteur jusqu'au moment où les courants sont établis dans les circuits qui partent des piles P_1, P_2, P_3 pour aller s'enrouler autour des bobines H_1, H_2, H_3. Ces courants seront, pendant leur durée, sans influence sur les circuits hélicoïdaux voisins qui vont, chacun, aboutir en *a* et *b*, extrémités de l'hélice de l'électro-aimant du compteur.

Mais si on interrompt le circuit partant de la pile P_1, la cessation du courant qui le parcourait produira spontanément, dans le circuit hélicoïdal contigu, un *courant d'induction*, qui passera dans l'électro-aimant E du compteur, et par le moyen du choc du marteau M, déterminera le jeu de l'aiguille porte-plume, qui s'abaissera pour faire une marque sur le cadran et se relèvera ensuite quand

le courant d'induction aura cessé. La trace faite par l'aiguille sera sensiblement instantanée avec l'interruption du circuit de P_1, mais le relèvement de l'aiguille sera plus ou moins retardé selon la plus ou moins grande action de la force coercitive du fer de l'électro-aimant. Il faudra la rendre la moindre possible en employant un électro-aimant à une seule branche et un courant d'une intensité *minimâ* pour produire le jeu du marteau.

L'interruption du circuit venant de P_2 sera de même indiquée par un point marqué sur le cadran du compteur, et celle du circuit partant de P_3 le sera par un nouveau point ; de sorte que la lecture des divisions et de leurs fractions comprises sur le cadran, entre le 1er, le 2e et le 3e pointages faits par l'aiguille, indiquera le temps écoulé entre les interruptions des circuits venant de P_1, de P_2 et de P_3.

Ainsi cet appareil pourrait être employé pour mesurer une série de durées, pourvu qu'elles fussent susceptibles d'être indiquées par l'instrument avec une précision suffisante. Il pourrait donc être employé pour mesurer les temps employés par un projectile pour parcourir une série d'arcs de trajectoire et servir à calculer sa vitesse à diverses distances de la bouche à feu qui l'a lancé.

§ 3.

M. Arago a dit, dans une séance de l'Institut, qu'il avait un chronomètre indiquant très-exactement *un cinquantième de seconde.* Ce chronomètre étant un des plus parfaits qui existent, on peut considérer cette fraction de temps comme étant la plus petite qu'on pourrait mesurer actuellement avec l'appareil. Mais si on voulait apprécier des variations de $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{500}$ du temps à mesurer ou obtenir sa valeur à moins de $\frac{1}{100}$, l'appareil ne pourrait servir que si ce temps était de 2", 00, et si on voulait l'approximation de $\frac{1}{500}$, ce temps devrait être de 10" 00.

De sorte que cet appareil ne pourrait être employé que pour mesurer des temps assez longs, quand on voudrait en apprécier de très-petites variations, ou avoir leur mesure avec une très-grande précision. Ces limites inférieures des temps à mesurer réduisent l'emploi de cet appareil dans les expériences de balistique, à la mesure du temps employé par un projectile pour parcourir de très-grands arcs de trajectoire.

Cette mesure serait obtenue avec une approximation de $\frac{1}{100}$ pour les boulets et les obus, et avec celle de $\frac{1}{500}$ pour les bombes.

L'usage de cet appareil impliquerait, pour cal—

culer les vitesses, l'emploi des formules où entre l'expression de la résistance de l'air. Il serait assez restreint pour les expériences de balistique; cependant nous indiquerons les dispositions à prendre pour mesurer le temps du parcours d'un grand arc.

Supposons que dans chacun des circuits venant de P_1, de P_2 et de P_3, on place une cible-réseau de manière que la distance entre deux consécutives puisse être parcourue, par le projectile, dans un temps susceptible d'être mesuré avec une exactitude suffisante; quand le boulet traversera successivement les cibles n° 1, n° 2, n° 3, les circuits dont elles font partie seront interrompus, et chacune de ces interruptions donnera spontanément naissance à un courant d'induction momentané, qui déterminera le mouvement de l'aiguille, laquelle indiquera aussitôt, par une marque faite sur le cadran, l'instant de l'interruption du circuit ou du passage du boulet à travers la cible. Alors la lecture des divisions du cadran comprises entre le 1er et le 2e pointage et entre le 2e et le 3e, fera connaître la durée des trajets du projectile de la 1re cible à la 2e, et de la 2e à la 3e.

Au moyen de ces données et de la formule de balistique qui donne la vitesse en fonction du temps de parcours d'un arc de trajectoire, on obtiendra la vitesse du projectile aux deux points de trajectoire correspondant aux cibles n° 1 et n° 2.

§ 4.

Quand on veut faire usage de l'appareil pour mesurer un certain temps, il doit évidemment surpasser celui qui est nécessaire au marteau pour reprendre sa position de départ, et par conséquent celui qui s'écoulerait avant que la force coercitive du fer doux, de E fût vaincue par le ressort qui tend à éloigner le levier-marteau de l'électro-aimant et du bouton du compteur. Cette observation montre qu'il est avantageux de rendre *minima* la durée de l'action de cette force coercitive.

Nous ferons encore observer que le temps employé par l'aiguille pour faire un pointage sur le cadran retarde un peu sa marche, de sorte que l'arc du cadran compris entre deux pointages successifs serait un peu petit pour représenter le temps écoulé entre les interruptions de deux circuits. Mais cet inconvénient serait évité si l'on employait des *compteurs à détente* qui ont deux aiguilles marchant avec la même vitesse, dont une porte la plume. Le mécanisme du mouvement des aiguilles est disposé de manière que l'aiguille porte-plume, après s'être arrêtée un instant pour faire une trace sur le cadran et être restée en arrière de l'autre, dont le mouvement ne cesse pas d'être uniforme, accélère son mouvement jusqu'à ce qu'elle ait regagné le

temps perdu et rejoint l'autre pour marcher d'accord avec elle. Le temps écoulé depuis l'instant où l'aiguille porte-plume quitte l'autre jusqu'à celui où elle la rejoint, constitue une limite inférieure du temps à mesurer, limite qui variera avec la précision des instruments qu'on emploiera et qu'il faudra déterminer pour chacun d'eux. De sorte que la limite inférieure du temps à mesurer avec cet appareil dépend uniquement des progrès que fera l'art de l'horloger.

II.

Nouveaux appareils électro-magnétiques.

M. Guillemin, en 1844, a le premier découvert que les hélices dans lesquelles on faisait passer des courants, étaient douées de la propriété d'agir sur un barreau de fer doux placé dans leur intérieur de manière à l'amener, et à le maintenir dans une position déterminée. Cette position est telle que le centre de figure du barreau coïncide avec celui de l'hélice. Cette propriété, qui permettra de donner au fer doux un jeu assez étendu, sera fort utile pour la plupart des applications de l'électro-magnétisme à la mécanique industrielle. Nous donnerons à l'hélice douée de cette propriété le nom d'*hélice dynamique*.

Aussitôt qu'un courant passe dans l'hélice, elle acquiert la puissance dynamique, et la conserve pendant qu'il circule, mais elle la perd aussi dès que le courant est interrompu. De sorte que le fer doux mobile est spontanément attiré par l'hélice ou abandonné aux forces qui le sollicitent sans être soumis à l'influence perturbatrice de la *force coercitive* comme les *contacts* des électro-aimants. Cet avantage n'est pas moins précieux que le précédent, pour les applications du fluide magnétique.

Ces avantages nous ont conduit à adopter la puissance dynamique des hélices, comme principe du mécanisme destiné à l'emploi de l'électricité dans les appareils chronométriques.

Nous disposerons en général l'axe des hélices verticalement, parce qu'au moyen de cette disposition, la résistance à vaincre par l'hélice-dynamique sera constante et égale au poids du cylindre de fer doux. Nous y trouverons aussi l'avantage que les temps, employés par celui-ci pour tomber de certaines hauteurs, seront constants pour chacune d'elles. On pourrait même graduer le cylindre de fer doux, de manière que les divisions correspondissent à des temps de chute égaux entre eux, comme des *centièmes*, des *millièmes* de seconde, et inscrire ces temps en regard des divisions correspondantes. On obtiendrait ainsi immédiatement le temps employé par le fer doux pour tomber d'une hauteur donnée.

4. Nouveau chronographe électro-magnétique.

§ 1er.

Ce nouvel appareil se compose essentiellement de deux parties, comme celui qui a été décrit section II, art. Ier, § 2. L'une comprend un cylindre horizontal mis en mouvement autour de son axe par une disposition mécanique convenable ; l'autre se compose du mécanisme nouveau qui est destiné à servir d'organe matériel au fluide électrique pour faire jouer les styles.

Le cylindre et son système moteur étant, dans le nouvel appareil, astreints à remplir les mêmes conditions que dans celui précédemment décrit, nous conserverons cette partie du premier appareil. Mais le mécanisme au moyen duquel le fluide magnétique y manifestait son action, par le mouvement qu'il imprimait aux styles, est complétement changé et établi sur des principes différents, ce qui constitue un nouvel appareil ; car c'est ce mécanisme qui caractérise, qui différencie principalement les divers appareils électro-magnétiques.

Le mécanisme électrique du nouveau chronographe électro-magnétique se compose essentiellement : pl. III (fig. 4 et 5) :

1° D'une série d'hélices dynamiques à volonté, enroulées, chacune, autour d'une bobine verticale en cuivre, B_1, B_2, B_3, etc., dans laquelle est un cy-

lindre mobile en fer doux qui est terminé symétriquement par deux pointes, afin de servir de style.

Ces bobines sont fixées sur un ou plusieurs chariots A_1 au moyen de vis de rappel v_1, v_2, v_3, etc., qui permettent de les élever ou de les abaisser à volonté au-dessus d'un cylindre tournant C.

2° D'un ou plusieurs *chariots porte-hélice* susceptibles de se mouvoir le long de deux règles parallèles l' l placées horizontalement au-dessus du cylindre tournant, et perpendiculairement à son axe de rotation. Ce mouvement de translation du chariot, qui a pour objet d'amener l'axe vertical de l'hélice qu'il porte, ou la pointe de son style sur l'arête supérieure du cylindre, est produit par des vis de rappel V_1, V_2, V_3, etc.

3° D'un *chariot général* B B, portant tout le système des chariots porte-hélice et doué d'un mouvement de translation parallèlement à l'axe du cylindre. La direction de ce mouvement est assurée par deux règles horizontales ou rails en fer L L^1 sur lesquels le chariot se meut au moyen des galets f f_1. Ces règles ou rails sont fixés sur deux supports verticaux en fonte S, qui sont eux-mêmes solidement boulonnés sur la semelle, ou support général de l'appareil.

Le mouvement de ce chariot général serait produit soit par un poids, soit par un mouvement d'horlogerie.

Ce nouvel appareil est susceptible de plusieurs variétés dont nous examinerons les principales.

1° Quand la bobine n'a qu'une seule hélice soumise à l'action d'un courant, on fait usage d'un petit appareil M destiné à interrompre ou à rétablir un circuit. Cet appareil est composé d'une bobine verticale B_{0}, dans laquelle est un barreau mobile de fer doux, bifurqué à la partie inférieure. Chacune des deux branches horizontales qu'il porte est munie d'une petite vis verticale à filets très-courts. Ces petites vis sont destinées à régler la hauteur de leurs pointes au-dessus des disques métalliques, qu'elles doivent toucher simultanément, quand le barreau est abandonné à l'action de la pesanteur.

Dans ce cas, les deux extrémités du fil de l'hélice du style S_1 sont mises en communication, l'une directement avec le pôle positif de la pile P_1, l'autre avec le pôle négatif de la même pile en passant par le fil conducteur c_1. Ce conducteur est en communication avec le disque métallique *b'* du petit appareil M_1, au moyen d'une bifurcation faite en *o'*, et l'autre de *a'* communique avec le pôle négatif de la pile P_1.

Les deux extrémités du fil de l'hélice du style S_2 sont en communication, l'une immédiatement avec le pôle positif de la pile P_2, l'autre avec l'hélice de l'appareil M_1 qui communique elle-même par C_2 avec le pôle négatif. Une dérivation faite en

O_2 met aussi le conducteur, allant de l'hélice du style S_2 à celle de l'appareil M_1, en communication avec un des deux disques métalliques de l'appareil M_2, dont l'autre communique avec le pôle négatif de P_2.

L'hélice de ce second appareil M_2 ferait partie du circuit c_3 appartenant à l'hélice dynamique d'un troisième style, et ainsi de suite.

2° Si on employait des bobines à deux hélices, parcourues par des courants en équilibre, les petits appareils M_1, M_2, etc. deviendraient inutiles. Alors une pile P_2 fournirait les deux courants qui, après avoir parcouru chacun une hélice de la bobine, iraient au pôle négatif de la pile en passant par les conducteurs c_3 et c_4.

3° On pourrait encore adopter une troisième disposition, qui consisterait à mettre les deux extrémités du fil d'une hélice dynamique simple, en communication avec celles de l'une des deux hélices contiguës d'une bobine en bois; l'autre hélice ferait partie du circuit complet d'une pile en activité, comme on l'a vu pour l'appareil compteur électro-magnétique.

§ 2.

Le jeu de ces trois variétés de l'appareil exige : 1° que la pointe des styles soit amenée au-dessus

de la génératrice supérieure du cylindre, ce qu'on obtient au moyen des vis V_1, V_2, V_3, qui font mouvoir le chariot A ; 2° que chaque bobine B_1, B_2, B_3, etc., soit amenée au moyen des vis v_1, v_2, v_3, à une position telle, que la pointe de chaque style s'élève au-dessus du cylindre à une hauteur donnée; 3° que le chariot général soit mis en mouvement; 4° que le cylindre tourne autour de son axe avec une vitesse uniforme et suffisante, comme dans l'appareil primitif; 5° que les piles soient en activité.

Outre ces dispositions préliminaires communes à chacune des trois variétés d'appareil, il y en a, pour chacune, de spéciales que nous ferons connaître successivement.

1° Dans le premier cas (pl. III, fig. 4 et 5), le courant qui active l'hélice B_1, va directement au pôle négatif de P_1 au moyen du conducteur c_1 ; celui qui passe dans l'hélice B_2, active aussi celle B'_2 du petit appareil M_1, et celui de l'hélice B_3 passe dans celle B'_3 de l'appareil M_2. En un mot, l'hélice de chaque petit appareil M_1, M_2, etc., est parcourue par le courant qui circule dans celle du style suivant.

Supposons actuellement les courants des piles P_1, P_2, etc., en activité, et qu'on interrompe successivement leurs circuits c_1, c_2 quand le circuit c_1 sera interrompu, l'hélice B_1 qu'il activait perdra aussitôt sa puissance dynamique, et son style S_1

tombera sur le cylindre, qu'il atteindra après un temps connu d'avance, et y décrira une courbe circulaire ou hélicoïdale, selon que le chariot général restera en repos ou sera mis en mouvement.

Quand c_2 sera interrompu à son tour, l'hélice B_2 cessera d'être dynamique, et le style S_2 tombera sur le cylindre pour y décrire sa courbe. Mais en même temps la bobine B'_0 de M_1 activée par ce courant c_2, perdra aussi sa puissance dynamique, de sorte que le cylindre en fer doux bifurqué, qu'elle soutenait, tombera et rétablira ainsi un circuit $- P_1$, a_1, b_1, o_1, B_1, $+ P_1$ (pl. III, fig. 5), pour le courant de l'hélice B_1 qui recouvrera alors sa puissance dynamique, et attirera son style S_1, dont le contact avec le cylindre cessera aussitôt.

Quand le circuit c_3 du style S_3 sera interrompu, il se produira des faits analogues. Par suite de cette interruption le style S_3 tombera, et la chute du cylindre bifurqué de M_2 rétablira un circuit qui rendra à l'hélice B_2 sa puissance dynamique, de sorte qu'elle attirera son style et fera cesser son contact avec le cylindre.

En général, l'interruption d'un circuit qui fera tomber un style sur le cylindre, amènera aussi la chute du cylindre bifurqué d'un petit appareil conjoncteur, qui rétablira un circuit pour le courant de l'hélice du style précédemment tombé, de sorte qu'il n'y aura jamais qu'un style en contact avec le cylindre.

Quand le dernier conducteur sera coupé, on arrêtera le cylindre, on mesurera la grandeur de la courbe comprise entre les points de chute de deux styles quelconques, et on calculera le temps correspondant. En appelant T_n le temps écoulé entre les interruptions de deux courants quelconques c_n c_{n+1}; t_n le temps correspondant à la courbe décrite par S_n et comprise entre les points de chute de ces deux styles θ_n θ_{n+1} les temps de leur chute, on aura :

$$T_n = t_n + \theta_n - \theta_{n+1}.$$

Dans cette équation t_n est donné par la courbe décrite, θ_n et θ_{n+1} par la hauteur de chute des styles S_n et S_{n+1}, on aura donc le temps cherché T_n.

Comme on peut donner aux bobines une position telle, que la hauteur de chute de tous les styles soit la même, on aura alors $\theta_n = \theta_{n+1}$ et par conséquent $T_n = t_n$.

C'est-à-dire que le temps écoulé entre les interruptions de deux circuits quelconques, est égal à celui qui correspond à l'arc compris entre les points de chute des styles dont ils activent les bobines.

2° Quand on emploiera des bobines à double hélice, on réglera les courants de manière qu'ils se fassent équilibre (pl. III, fig. 4 et 5). Alors les styles n'étant pas attirés seront en contact avec le cylindre sur lequel ils traceront des hélices.

Quand on interrompra un des circuits en équilibre dans une bobine, le circuit impair c_3, par exemple, l'hélice dont le circuit c_4 fait partie, devenant aussitôt active, acquerra la propriété dynamique et attirera son style S_3, dont le contact avec le cylindre cessera immédiatement.

Si on interrompait le circuit impair d'une autre bobine à courants équilibrés, son style cesserait aussitôt de toucher le cylindre, car il sera attiré par l'hélice paire devenue active, et ainsi de suite.

Alors on mesurerait la grandeur de la courbe comprise entre les interruptions opérées par le relèvement de deux styles quelconques, comme on l'a vu, sect. II, A, § 8, et on en déduirait le temps t_n correspondant. Ce temps serait identiquement égal à celui écoulé entre les interruptions des circuits impairs correspondants à ces styles; car les instants où ces circuits sont interrompus, sont simultanés avec ceux où cesse le contact du cylindre et des styles dont ils parcourent les bobines; de sorte que les temps θ'_n θ'_{n+1} nécessaires au soulèvement des styles, sont nuls.

Ainsi la formule $T_n = t_n + \theta'_n - \theta'_{n+1}$.

deviendra $T_n = t_n$.

A mesure que le nombre des circuits impairs coupés augmente, celui des styles qui quitte le cylindre augmente aussi. Mais on pourrait n'en faire soulever qu'un à la fois, si cela était nécessaire à la régularité du mouvement du cy-

lindre. A cet effet, on interromprait à la fois, le circuit pair du style déjà soulevé, et le circuit impair du style suivant dont on veut faire cesser le contact avec le cylindre. Alors le style, dont le circuit pair serait interrompu, retomberait sur le cylindre quand l'autre le quitterait. Ce jeu se reproduisant pour tous les styles, il n'y en aurait jamais qu'un de soulevé.

On conçoit que pour ne pas altérer le mouvement du cylindre, il est nécessaire de disposer les bobines de manière que les hauteurs de chute soient les moindres possibles.

On pourrait aussi, si on voulait, employer le style d'une seule bobine à courants équilibrés pour mesurer le temps écoulé entre les interruptions de leurs circuits. A cet effet on mesurerait la grandeur de l'interruption produite dans la courbe hélicoïdale entre les instants où les deux circuits du style qui la traçait ont été interrompus, et on en déduirait le temps t_n. On aurait alors pour le temps cherché : $T_n = t_n + \theta'_n - \theta_{n+1}$ qui, dans le cas actuel où $\theta'_n = o$, se réduit à :

$$T_n = t_n - \theta_{n+1}.$$

θ_{n+1} étant le temps nécessaire au style pour tomber sur le cylindre, temps qui est connu d'avance.

3° On produira les courants dans les circuits dont font partie les piles et les hélices contiguës à celles qui sont en relation avec les bobines des

styles, avant de mettre ceux-ci en place. On agit ainsi pour que ces courants en activité ne développent pas de courants d'induction dans les hélices voisines, et par conséquent dans celles des styles ; de sorte que lorsqu'on placera ceux-ci dans leurs bobines respectives, elles seront sans action sur eux, et ils seront en contact avec le cylindre en mouvement sur lequel ils traceront leurs courbes.

Mais lorsqu'on interrompra le circuit voltaïque, dont fait partie l'hélice contiguë à celle qui est en communication avec la bobine du premier style, un courant d'induction momentané se manifestera aussitôt dans l'autre. L'hélice du style deviendra active et acquerra la puissance de le soulever, de sorte qu'il interrompra pendant quelques instants le tracé de sa courbe hélicoïdale.

L'interruption du circuit voltaïque d'une seconde bobine à hélices contiguës, produira un second courant d'induction qui fera soulever momentanément le second style, dont la courbe sera aussi interrompue, et ainsi de suite.

Ces solutions de continuité, quelque petites qu'elles soient, suffisent, car, on n'a besoin que de connaître les points où elles commencent pour déterminer la grandeur de l'arc qui sépare les points de soulèvement de deux styles.

En appelant t_n le temps correspondant à la grandeur de la courbe qui serait comprise entre les so-

lutions de continuité opérées dans les courbes des styles S_n et S_{n+1} par suite de leur relèvement, on aurait :

$$T_n = t_n + \theta'_n - \theta'_{n+1}$$

qui devient, dans le cas actuel où $\theta'_n = o$, et $\theta'_{n+1} = o$

$$T_n = t_n.$$

L'expérience décidera quelle serait la meilleure de ces trois dispositions. Théoriquement, la dernière paraît préférable ; car, comme la seconde, elle a, sur la première, l'avantage d'éviter le calcul des temps de chute θ_n θ_{n+1} des styles, et sur la seconde elle a celui de ne pas nécessiter l'emploi des courants équilibrés et par conséquent les opérations nécessaires pour les régler.

§ 3.

Les applications à la détermination des vitesses sont faciles, en supposant la vitesse de rotation du cylindre uniforme, connue *à priori* ou déterminée comme on l'a vu sect. 11, A, § 5. Nous indiquerons successivement l'usage de l'appareil dans les trois dispositions particulières précédemment exposées.

1° Il suffira, dans le premier cas, de mettre chacune des cibles-réseaux, qui seront placées à des distances données sur le trajet du boulet à partir de la bouche à feu, dans un des circuits complets c_1, c_2, c_3, etc.

Le boulet, après avoir quitté la bouche à feu, traversera successivement les cibles n° 1, n° 2, n° 3, etc., faisant partie des circuits c_1, c_2, c_3, etc., et interrompra ces derniers. Alors les hélices avec lesquelles ils sont en relation perdront aussitôt leur puissance dynamique et les styles S_1, S_2, S_3, etc., tomberont successivement sur le cylindre où ils décriront leurs arcs de cercle.

Quand le dernier style sera tombé, on arrêtera le cylindre, on mesurera les arcs compris entre les points de chute de deux styles consécutifs, et on en déduira les temps écoulés entre les interruptions de deux circuits quelconques, ou ceux employés par le projectile pour parcourir les intervalles qui séparent les différentes cibles.

Ces temps connus, on pourra obtenir directement, en se conformant à ce qui a été dit sect. II, A, § 6 : soit la vitesse initiale du projectile, soit sa vitesse à une distance quelconque de la bouche à feu, et même à plusieurs distances.

2° Dans ce cas nous ferons observer que les cibles-réseaux, excepté la première et la dernière, reçoivent une légère modification analogue à celle qui a été exposée sect. II, A, § 8. Les cibles-réseaux modifiées se composent de deux fils très-voisins, même contigus s'ils étaient isolés, suivant les mêmes contours, afin d'être toujours coupés ensemble par le même boulet.

Toutes les cibles étant placées aux distances vou-

lues sur le trajet du boulet, on mettra la première, qui est à simple fil, dans le circuit impair et de la première bobine, et le circuit pair de cette bobine sera mis en communication avec un des fils de la seconde cible, qui est à double fil. Le circuit impair de la deuxième bobine et le second fil de la deuxième cible seront réunis, puis le circuit pair de cette bobine sera fixé à l'un des fils de la cible double suivante, et ainsi de suite.

En général, le circuit impair de la bobine d'un style S_n ira à la cible du même numéro n, et le circuit pair sera mis en communication avec la cible $n+1$.

Les cibles étant placées dans les circuits convenables, on réglera leur résistance de manière que les courants se fassent équilibre dans les bobines, puis on mettra le feu au canon.

Alors le boulet perçant successivement les différentes cibles, produira les effets suivants : son passage à travers la cible n° 1 fera relever le style S_1, et à travers la cible n° 2, qui est à deux fils, produira un double effet, car la rupture d'un des fils fera retomber le style S_1 et celle de l'autre amènera le soulèvement du style S_2; en traversant la cible double n° 3, le boulet déterminera de même la chute du style S_2 et le soulèvement du style S_3, et ainsi de suite.

Quand la dernière cible sera coupée, on arrêtera le cylindre, et la grandeur des arcs compris

entre les points où les styles ont interrompu leurs courbes servira à calculer les temps écoulés entre les interruptions de deux circuits impairs ou de deux cibles quelconques. Connaissant alors le temps employé par le boulet pour parcourir la distance qui sépare deux cibles quelconques, on pourra en déduire soit la vitesse initiale, soit celle du projectile en un ou plusieurs points quelconques de sa trajectoire.

3° Dans le troisième cas, où les styles sont aussi en contact avec le cylindre, comme dans le précédent, on emploierait des cibles-réseaux à simple fil. Chaque cible serait placée dans un des circuits parcourus par les courants qui activent les hélices contiguës à celles qui sont en communication avec la bobine des styles : dans ce cas, il n'y aurait pas lieu à régler les courants, mais il faudrait attendre que ceux-ci soient en activité avant de mettre les styles en contact avec le cylindre.

Quand le boulet traverserait successivement les cibles n° 1, n° 2, n° 3, etc., il interromprait les circuits c_1, c_2, c_3, etc., ce qui déterminerait spontanément des courants d'induction momentanés dans les bobines des styles S_1, S_2, S_3, etc., qui se relèveraient aussitôt pour retomber quelques instants après, quand ces courants auraient cessé.

Après avoir arrêté le cylindre, on mesurerait les arcs compris entre les points où les styles ont interrompu leurs courbes, et leur grandeur servirait

à calculer les temps que le boulet a employés pour parcourir l'intervalle qui sépare deux cibles quelconques, et par conséquent les vitesses correspondantes, soit la vitesse initiale, soit celle du projectile en un point quelconque de la trajectoire, soit enfin les vitesses en plusieurs points de cette courbe.

§ 4.

Dans le projet primitif, sect. II, 1, A., le jeu des styles dépendant de la force coercitive du fer doux des électro-aimants, celle-ci les empêcherait d'agir, non-seulement aussitôt que leurs courants seraient interrompus, mais encore retarderait leur jeu plus ou moins, selon l'influence plus ou moins grande de son action perturbatrice.

Dans le nouveau projet, premier cas, l'emploi des hélices dynamiques fait disparaître ces graves inconvénients.

L'appareil primitif modifié, sect. II, 1, A, § 8, de manière à ce que tous les styles soient d'abord en contact avec le cylindre, et que chacun d'eux se relève par l'attraction d'un électro-aimant, quand la cible correspondante est traversée par le boulet, exige l'emploi des bobines à courants équilibrés.

Le nouvel appareil, deuxième cas, exige aussi leur emploi ; mais l'action des hélices dynamiques

pour faire relever les styles est plus prompte et plus régulière que celle des électro-aimants, qui doivent s'aimanter et agir à distance sur les styles.

Enfin, l'emploi des courants d'induction dans l'appareil primitif a permis de faire relever momentanément les styles en contact avec le cylindre sans l'emploi des bobines à courants équilibrés; mais le jeu des styles restait toujours soumis à l'influence de la distance qui les sépare des électro-aimants, à celle de leur puissance attractive et à celle du temps qui leur est nécessaire pour acquérir et manifester cette propriété dynamique. On peut, il est vrai, réduire indéfiniment l'erreur provenant de ces causes, en faisant usage d'un appareil construit avec une grande précision, mais le nouvel appareil, troisième cas, possède tous les avantages de ce dernier sans en avoir les inconvénients.

De sorte que l'appareil, troisième cas, paraît théoriquement supérieur à tous ceux que j'ai proposés précédemment.

B. MODIFICATIONS. PENDULES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES.

§ 1er.

Les hélices dynamiques pourraient être employées pour remplacer les électro-aimants dans

les pendules électro-magnétiques dont il a été question dans ce chapitre. Nous exposerons rapidement les avantages que l'on obtiendrait par cette substitution.

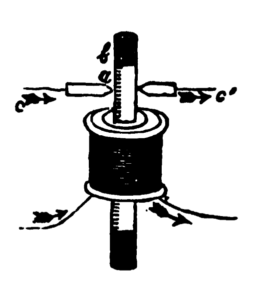
Dans le pendule électro-magnétique à arrêt, les hélices dynamiques pourraient être utilisées directement pour retenir et laisser échapper la lentille et le levier-arrêt.

Dans le pendule électro-magnétique à style, on pourrait employer les hélices dynamiques, 1° pour retenir et laisser échapper le pendule, 2° pour remplacer l'électro-aimant de la lentille et son levier, car il suffirait d'établir et de maintenir, au moyen d'un petit ressort, le contact du limbe avec le fer doux mobile, qui servirait de style, et de le faire cesser quand l'hélice deviendrait dynamique par le passage d'un courant.

Nous ferons observer aussi que l'on pourrait beaucoup simplifier l'appareil régulateur (pl. IV, fig. 7 et 8,) car l'électro-aimant, son levier coudé et la roue d'échappement, pourraient être remplacés par une hélice dynamique et mobile le long du support. Le poids moteur, formé d'un cylindre en fer doux, passerait dans l'intérieur de sa bobine. Cette hélice est représentée en traits ponctués dans la fig. 8, pl. IV.

Nous ajouterons même que l'appareil régulateur tout entier pourrait être remplacé par une bobine dynamique et son cylindre de fer doux terminé vers

ses extrémités par une substance isolante. On conçoit en effet que le fer doux, mis en contact avec les deux extrémités d'un conducteur, établira ou interrompra le circuit, selon que le contact aura lieu avec sa partie métallique ou isolante (fig. *O*).



Par conséquent si on amène les extrémités des conducteurs *cc'* à une distance donnée *ab* de la substance isolante, ou de la partie métallique, et que l'hélice perde sa puissance dynamique, le cylindre tombera et sa partie isolante ou métallique passera entre les conducteurs après un certain temps. Ce passage interrompra ou rétablira le circuit; et le temps qui se sera écoulé entre les changements d'état du circuit *cc'* correspondra à la distance *ab*, que ses extrémités auraient dû parcourir le long du cylindre pour produire cette commutation.

C. MODIFICATION DES APPAREILS DE MM. WHEATSTONE, HIPP. BREGUET, KONSTATINOFF ET POUILLET.

Les hélices dynamiques trouveraient aussi des applications utiles dans les appareils électro-magnétiques décrits dans les chapitres précédents. Nous nous bornerons à indiquer sommairement l'objet de cette application, et les avantages qui en résulteraient.

§ 1er.

Nous avons vu chap. III que l'appareil à cylindre de M. Wheatstone ne pouvait servir à mesurer avec précision l'intervalle de temps écoulé entre les interruptions opérées dans deux circuits, parce que le style se relevait instantanément quand un des courants était interrompu, et retombait, après l'interruptions du second, lorsqu'il s'était écoulé un temps plus ou moins long, selon l'action de la force coercitive du fer doux de l'électro-aimant, force variable et dont il est difficile d'apprécier l'influence.

L'emploi d'une bobine à double hélice dans laquelle serait un cylindre de fer doux mobile servant de style, ferait disparaître l'inconvénient grave qui vient d'être énoncé, car en plaçant cette bobine verticalement au-dessus du cylindre, le

style serait soumis à l'action de la pesanteur qui le mettrait en contact avec le cylindre tant que les courants seraient en équilibre dans la bobine ; mais ce contact cesserait, et le style s'élèverait à une hauteur connue d'avance, aussitôt qu'on interrompait un des circuits. L'interruption de l'autre ferait retomber le style sur le cylindre, et le contact serait rétabli. Il ne le serait pas, il est vrai, simultanément avec l'interruption de circuit, car le style doit tomber d'une certaine hauteur, mais cette hauteur est connue, et par conséquent le temps θ de la chute du style, on saura donc de combien il faudra diminuer le temps t, déduit de l'interruption produite dans la courbe décrite par le style, pour obtenir le temps T écoulé entre l'interruption des deux courants équilibrés.

Il n'y aura donc qu'à chercher t au moyen de l'appareil pour qu'on obtienne T avec la formule :

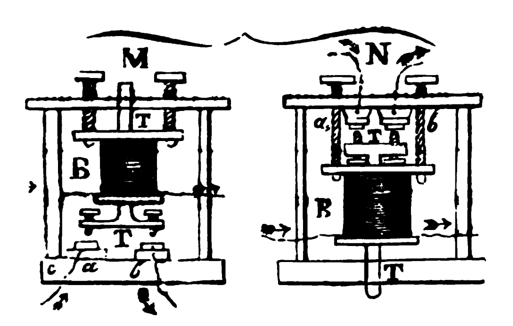
$$T = t - \theta.$$

§ 2.

La modification proposée à l'appareil de M. Hipp, pour le rendre propre à mesurer une série d'intervalles de temps, comporte, comme on l'a vu chap. III, l'emploi de plusieurs petits leviers, dont l'objet est d'interrompre, et de rétablir le circuit de l'électro-aimant de l'horloge. Mais, comme, nous l'avons

fait remarquer, on ne peut guère compter l'exactitude sur leur jeu, quelle que soit la précision avec laquelle il ait été construit, à cause de l'influence perturbatrice de la force coercitive des électro-aimants qui le produisent.

Cette cause d'erreurs disparaîtrait en remplaçant les petits leviers soulevés, ou disjoncteurs par des petits appareils semblables à l'appareil M fig. *C*, et les petits conjoncteurs, c'est-à-dire ceux dont les branches sont en contact avec les dés métalliques, par de petits appareils semblables à N (fig. *O* (1).



En effet chacun de ces petits appareils est composé essentiellement d'une hélice dynamique B, et d'un fer doux bifurqué T mobile dans son intérieur. Mais dans l'un M les branches de fer doux

(1) Au lieu des appareils représentés par la fig. X, on pourrait employer ceux qui sont représentés fig. Y, et qui diffèrent des précédents par la suppression de la branche coudée, des vis, et

sont éloignées des dés métalliques *a*, *b*, et touchent ceux *a*' *b*' de l'autre N.

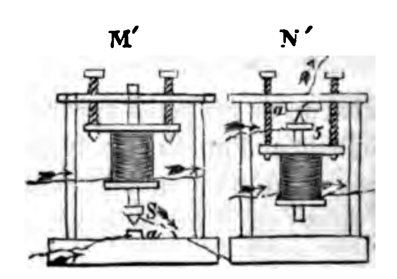
La hauteur du fer bifurqué de M quand l'hélice est dynamique étant connue, on connaîtra le temps qui s'écoulera entre l'instant où le circuit de l'hélice aura été interrompu, et celui où le contact des branches avec *a* et *b*, aura complété un nouveau circuit.

Les branches du fer doux de N étant, quand l'hélice est dynamique, en contact avec les dés *a*' et *b*', complètent un circuit, qui sera interrompu aussitôt que le courant de l'hélice cessera.

Ainsi on connaîtra exactement le temps qui doit s'écouler entre l'instant où le courant d'une hélice

---

par l'addition d'un sabot en cuivre *s*, à l'extrémité du cylindre de fer doux.



Ces petits appareils ainsi modifiés sont plus simples que les précédents, et aussi exacts. Nous n'avons pu faire le changement dans les figures, parce qu'elles étaient gravées en partie, et le texte composé, quand nous avons eu l'idée de cette simplification.

dynamique est interrompu, et celui où le fer doux bifurqué complète ou interrompt un circuit, passant par les dés métalliques *a*, *b* et *a'* *b'*.

De sorte que l'emploi de ces petits appareils fera disparaître les erreurs que le jeu des leviers conjoncteurs et disjoncteurs introduirait dans la mesure du temps écoulé entre les interruptions de deux circuits quelconques c_1, c_2, c_3, etc.

§ 3.

On pourrait, au moyen des hélices dynamiques, obvier aux défauts de précision que présente le jeu des styles et des petits mécanismes conjoncteurs dans l'appareil que M. Bréguet a construit pour la Russie. Leur cause principale qui est la force coercitive des électro-aimants moteurs disparaîtrait évidemment, si ces derniers étaient remplacés par des hélices dynamiques et verticales agissant sur des cylindres de fer doux placés dans leur intérieur.

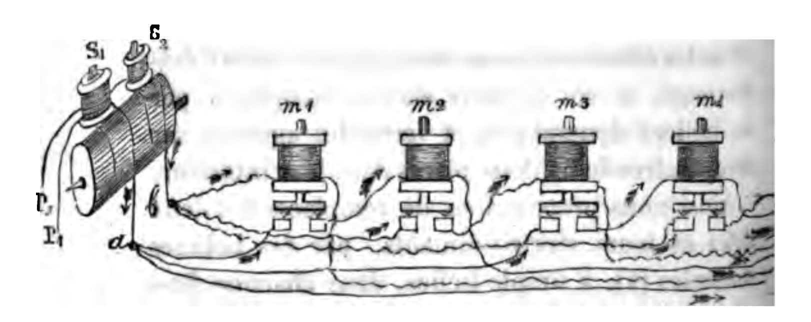
Ainsi nous proposerions de remplacer les deux styles et leurs électro-aimants, par des bobines verticales (1), à simple hélice, dans chacune desquelles on mettrait un cylindre de fer doux terminé en pointe à ses extrémités pour servir de

(1) La disposition verticale des bobines n'est pas indispensable; mais elle doit être préférée, parce que le style est soumis

style. Chaque style étant abandonné à l'action de la pesanteur, quand son hélice cesse d'être active, tomberait d'une hauteur donnée sur le cylindre en suivant une loi connue qui servirait à calculer le temps de sa chute.

Les mécanismes conjoncteurs de M. Bréguet seraient remplacés par de petits appareils semblables à celui M qui est représenté par la fig. X. La chute du cylindre bifurqué de chaque appareil étant soumise aussi à l'action directe de la pesanteur, quand le courant de son hélice est interrompu, il sera facile d'en calculer la durée.

1.re *modification*. L'appareil modifié, dont nous représentons seulement les éléments essentiels, serait disposé comme l'indique la figure suivante.



à l'action directe de la pesanteur; tandis que dans une bobine inclinée il tombe moins vite et moins régulièrement, à cause du frottement à vaincre, quelque petit qu'il soit. C'est pourquoi nous supposons que le chariot soit disposé de manière à ce que les bobines soient verticales et au-dessus de la génératrice supérieure du cylindre.

On voit que le courant de la pile P_1 passe dans l'hélice du style S_1, puis va en *a*, d'où il va à la cible n° 1 par c_1. Du même point *a* partent des conducteurs qui vont à l'un des dés métalliques des appareils impairs m_1, m_3 etc., de l'autre dé de chacun de ces appareils par un fil qui s'attache à la bobine de l'appareil suivant, laquelle est en communication avec une cible impaire n° 3, n° 5, etc.

De la pile P_2 part un courant qui passe dans la bobine du style S_2 et de là dans celle de l'appareil m_1 avant d'aller dans la cible n° 2 par le conducteur c_6. Du point *b* partent aussi des conducteurs qui vont s'attacher à l'un des dés métalliques de chacun des appareils du rang pair m_2, m_4, etc ; dont l'autre dé est en communication avec une cible de rang pair au moyen des conducteurs c_4, c_6, etc.

Si l'on suppose le cylindre en mouvement et les piles P_1, P_2 en activité, on reconnaîtra que les styles S_1 S_2 seront soulevés au-dessus du cylindre tournant, que le contact du fer doux et des petits dés sera établi dans les appareils de rang impair m_1, m_3 etc., et qu'il n'aura pas lieu dans ceux de rang pair m_2, m_4, etc.

Maintenant si on interrompt successivement les cibles ou les circuits c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, etc., il sera facile de se rendre compte du jeu de l'appareil.

L'interruption de c_1 fera tomber le style S_1 sur

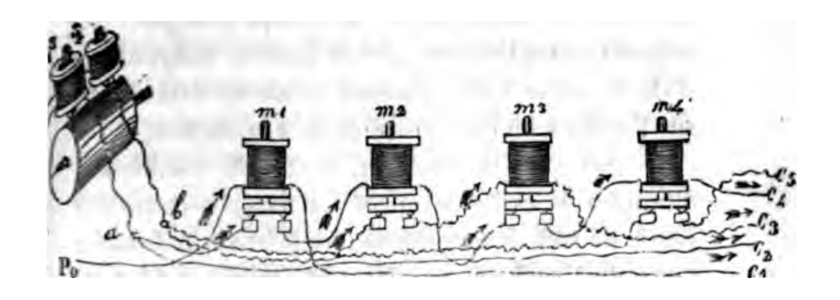
le cylindre ; celle de c_2 produira la chute de S_2, mais en même temps elle déterminera celle du fer doux de m_1 dont le contact avec les dés établira le circuit complet c_3 pour le courant du style S_1 qui se relèvera. L'interruption de c_3 produira la chute de S_1 et fera relever le style S_2 au moyen du circuit que le contact du fer doux de m_2 avec les dés, complètera pour le courant de ce style, etc.

Ainsi l'appareil modifié, comme nous le proposons pourra servir à mesurer une série d'intervalles de temps, et à les mesurer avec exactitude, puisque la durée de la chute des styles et du fer doux des petits appareils m_1, m_2, m_3, etc., sera connue et qu'on pourra en tenir compte dans le calcul.

On pourrait du reste éviter cette correction, il suffirait pour cela d'élever également les styles et les fers doux bifurqués afin qu'ils retombassent dans le même temps, les uns sur le cylindre, les autres sur les dés métalliques. Il est facile de s'en rendre compte.

2e *modification*. On pourrait aussi, si on voulait, faire soulever les styles au lieu de les faire tomber sur le cylindre, quand un circuit est interrompu, et éviter les corrections dans le calcul des temps ; à cet effet on élèverait également les styles et les fers doux bifurqués, afin que le temps de leur chute fût le même et égal à θ.

L'appareil serait alors disposé comme l'indique la figure suivante :



Dans cet appareil le courant partant de la pile P_0 va dans la bobine de l'appareil m_1 et de là à la cible n° 1 par le conducteur c_1 ; le circuit de la pile P_1 va à la bobine du style S_1, de là en a, où il se ramifie pour aller rejoindre un des dés de chacun des appareils de rang impair m_1, m_3, etc., dont l'autre communique à l'hélice du petit appareil suivant, puis avec une cible de rang paire n° 2, n° 4, etc.

Le circuit de la pile P_2 forme la bobine du style S_2, et de là va à b, où il se ramifie pour aller s'attacher à l'un des dés métalliques de chacun des petits appareils de rang pair m_2, m_4, etc., dont l'autre est en communication avec l'hélice du petit appareil de rang impair suivant, et avec *t* une cible de rang impair au moyen des conducteurs c_3, c_5, etc.

Si maintenant on interrompt successivement les circuits c_1, c_2, c_3, etc., le jeu de l'appareil devient évident : L'interruption du circuit c_1 fait tomber

le fer doux du petit appareil m_1, dont le contact avec les dés s'établit après un temps θ, et par conséquent complète un circuit pour le courant du style S_1 qui se relève aussitôt, mais en retard de θ sur l'instant où l'interruption de c_1 a eu lieu.

Quand c_2 est interrompu, le style S_1 tombera et atteindra le cylindre après un temps θ compté à partir de cette interruption ; mais le contact du fer doux de l'appareil m_2 s'établira aussi avec les vis après un temps θ, de sorte que le contact du style avec le cylindre éprouvera le même retard.

Quand on interrompra c_3, le style S_2 tombera et touchera le cylindre après un temps θ, etc.

Ainsi le temps qui s'écoulera, entre l'interruption d'une cible ou d'un circuit quelconque, et l'instant où le contact du style correspondant avec le cylindre cessera ou se produira, sera toujours constant et égal à θ, de sorte qu'il n'y aura pas lieu à en tenir compte, car il y aura compensation.

On pourrait encore éviter de régler les hauteurs de chute des styles, mais non celle des cylindres bifurqués qui serait pour tous égale à θ ; dans ce cas on emploierait pour mesurer le temps, l'arc compris entre les points où les courbes des deux styles ont été interrompus. On retomberait ainsi sur notre projet d'appareil.

Il suffirait pour cela de former la 1re cible avec le circuit c_1, et chacune des suivantes avec deux circuits, l'un pair et l'autre impair (comme on l'a

vu précédemment). Ainsi la cible n° 2 serait formée avec les circuits c_2, c_3, la cible n° 3 avec c_4, c_5.

Alors l'interruption de la cible n° 1 ou du circuit c_1 ferait soulever le style S_1 après un temps θ; celle de la cible n° 2 ou des circuits c_2, c_3, tout en faisant retomber le style S_1 ferait soulever le style S_2 après un temps égal aussi à θ; le retard du soulèvement des styles serait ainsi constant, de sorte qu'il n'aurait aucune influence sur le résultat.

Ainsi l'appareil de M. Bréguet pourrait être modifié avec avantage comme nous venons de le dire, pour acquérir une grande précision. La seule précaution à prendre serait de régler, et de mesurer exactement les hauteurs de chute des styles et des cylindres bifurqués, ce qui serait facile.

§ 4.

Nous avons annoncé dans les observations faites au sujet de la modification proposée pour l'appareil de M. Pouillet, que nous ferions connaître un moyen d'obvier aux inconvénients des leviers bifurqués employés pour établir et interrompre des circuits. Ce moyen consisterait simplement à remplacer ces leviers, dont le jeu est soumis à l'influence perturbatrice de la force coercitive de leurs électro-aimants respectifs, par des petits appareils semblables à ceux qui sont représentés fig., et désignés par M et N où M' et N'.

Il suffirait, dans l'appareil modifié de M. Pouil de remplacer le système de l'électro-aimant et leviers dont la chute, produite par l'interrupt d'un courant, doit compléter un circuit par un pareil M, et le système dont le levier doit se rel pour interrompre un circuit par l'appareil N. D cette substitution, la bobine du petit appareil mise dans le même circuit que celle de l'élect aimant remplacé, les dés resteront dans les mê circuits, et l'on réglera la position des bobines, manière que la chute de chaque fer doux bifur soit la même quand son hélice cesse d'être act

En supposant cette substitution faite, et temps de la chute du fer bifurqué, le même p tous les appareils, ou du moins connu, il sera cile de reconnaître que l'appareil, ainsi modi possédera la précision dont était privé celui q été décrit au commencement de ce chapitre.

Avant de terminer ce chapitre, nous ferons server que les hélices dynamiques trouveront applications utiles dans plusieurs appareils q nous reste à examiner. Nous indiquerons les p importants à la fin du chapitre relatif à chaque pareil.

CHAPITRE VI.

APPAREILS PRUSSIENS.

A. Appareil de la Commission Royale.

§ 1.

L'artillerie prussienne qui s'occupe toujours avec ardeur de perfectionner tout ce qui a rapport à son service, afin de conserver la réputation dont elle jouit en Europe, s'est occupée depuis longtemps de rechercher les moyens d'appliquer l'électricité aux expériences de balistique. Les premiers essais paraissent remonter à une dizaine d'année, car déjà en 1845, une commission royale d'officiers d'artillerie avait conçu et fait exécuter un appareil électro-magnétique destiné à remplir cet objet.

§ 2.

Le premier appareil électro-balistique construit et essayé en Prusse, consistait en une horloge, dont l'aiguille extrêmement légère, faisait un tour du cadran en *deux secondes*. Le cadran était divisé en 1000 parties, de sorte que chacune d'elles représentait $\frac{1}{500}$ de seconde. L'aiguille était mise en mouvement et arrêtée par la chute successive de deux ancres qui tombaient quand les électro-aimants qui les attiraient avaient perdu leur puissance d'attraction. De sorte que le temps qui s'écoulait entre l'instant de l'interruption du circuit qui activait l'électro-aimant d'une ancre, et celui de la mise en mouvement de l'arrêt de l'aiguille, dépendait de la force coercitive du fer doux de l'électro-aimant, et de la hauteur de chute de l'ancre. Il y avait donc là deux causes d'erreurs qui devaient rendre le jeu de l'appareil très-irrégulier, et la mesure des temps inexacte, à moins qu'on ne déterminât la grandeur de ces erreurs afin d'en tenir compte.

§ 3.

Le jeu et l'application de cet appareil à la recherche de la vitesse des projectiles sont faciles à

comprendre, sachant que l'interruption du courant de l'électro-aimant d'une ancre la fait tomber. Ainsi quand le projectile traversait successivement deux cibles placées respectivement dans le circuit d'un des électro-aimants moteurs, il déterminait à chaque passage la chute d'une ancre, et le nombre des divisions parcourues par l'aiguille devait exprimer le temps écoulé entre les ruptures des deux cibles. Mais on ne tarda pas à s'apercevoir que cette mesure des temps était inexacte et soumise à de grandes variations ; dont nous avons indiqué les principales causes. On remarqua que ces variations pouvaient s'élever jusqu'à $\frac{1}{50}$ de seconde, à peu près comme dans l'horloge de M. Wheatstone, de sorte qu'il était insuffisant pour mesurer de petits intervalles de temps, tels que celui qui correspond à un petit arc de la trajectoire d'un projectile.

§ 4.

Pour que les indications de l'horloge de la commission royale eussent été exactes, il aurait fallu que les temps nécessaires aux ancres pour dégager l'aiguille et l'arrêter, après l'interruption de leurs courants respectifs, eussent été égaux pour se compenser. L'expérience prouva qu'il n'en était pas ainsi, et que leur différence même n'était pas constante.

La commission royale chercha donc le moyen de faire disparaître ces variations, conséquence de la persistance du magnétisme dans le fer doux des électro-aimants. Elle imagina un procédé aussi simple que naturel, qui consistait à faire agir sur chaque électro-aimant, un second courant moins énergique que le premier, mais d'effet contraire, afin qu'il neutralisât l'action perturbatrice de la force coercitive du fer doux de la bobine.

Nous ignorons si ce procédé fit atteindre le but qu'on poursuivait. Cependant c'est peu probable, car il présente en général peu de sûreté à cause des précautions préliminaires à prendre, et des complications que nécessite son emploi.

Il est facile de reconnaître que l'emploi des hélices dynamiques pourrait rendre égaux les temps de chute des deux ancres, et faire disparaître ainsi les causes d'erreurs que nous avons signalées, ce qu'on paraît avoir vainement tenté jusqu'ici.

Au reste on ne tarda pas, en Prusse, à imaginer des appareils, d'un usage moins difficile, et offrant plus de garantie d'exactitude. Car, vers 1845, M. Siemens officier distingué de l'artillerie prussienne, imagina un appareil chronoscopique qui possédait la propriété remarquable d'indiquer par marques instantanées, le commencement et la fin d'un temps à mesurer.

B. Appareil de M. Siemens.

§ 1.

M. Siemens eut l'idée d'employer l'électricité de tension dans les appareils chronoscopiques. Ce nouveau mode d'application de l'électricité a pour principe les propriétés remarquables des *taches de Priestley*. On appelle ainsi la trace que l'étincelle électrique laisse sur une plaque de métal parfaitement polie. Cette trace toujours extrêmement déliée, quoique très-distincte, forme une petite tache dont la coûleur et la nature varient avec la nature des métaux sur lesquels elle se manifeste. Une plaque d'acier parfaitement poli, par exemple, est très-convenable pour rendre sensible ce curieux phénomène.

§ 2.

L'appareil de M. Siemens se compose essentiellement : 1° d'un cylindre d'acier poli, tournant autour de son axe avec une vitesse convenable et uniforme, qu'on règle au moyen d'un pendule conique ; 2° d'une pointe métallique placée normalement vis-à-vis, et très-près de la surface du cy-

lindre; 3° de deux ou plusieurs batteries de Leyde, dont les armatures extérieures sont en communication avec la pointe métallique, et les intérieures peuvent l'être avec le cylindre d'acier, par l'établissement de circuits métalliques.

§ 3.

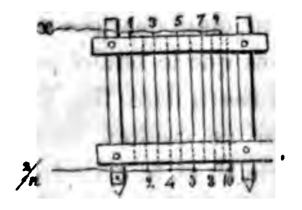
L'établissement de ces derniers doit être momentané pour donner lieu à une étincelle entre la pointe métallique et le cylindre, et par suite à une tache de Priestley. On conçoit que si l'on renouvelle plusieurs fois cette communication métallique entre le cylindre et une batterie de Leyde, on obtiendra chaque fois une nouvelle tache, et la distance circulaire de deux d'entre elles suffira pour déterminer exactement le temps écoulé entre les instants où les circuits correspondants ont été complétés, car *le complétement des circuits et la production des taches, qui en sont la conséquence, sont instantanés.*

Le jeu de l'appareil est, comme on le voit, très-simple, et les résultats qu'il fournira seront d'une grande exactitude, si l'établissement des circuits peut s'opérer d'une manière sûre à une distance quelconque de l'observateur. L'auteur a employé un procédé très-ingénieux que nous allons faire connaître, en indiquant la manière d'appliquer cet

appareil à la recherche des vitesses des projectiles de l'artillerie.

§ 4.

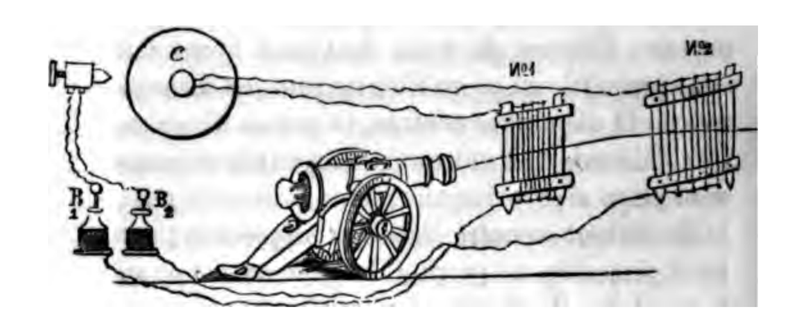
M. Siemens emploie pour établir cette communication métallique, le contact du projectile avec les cibles placées sur son trajet. Les cibles, qu'il emploie, diffèrent de celles dont nous avons fait usage jusqu'ici, en ce qu'elles ne sont pas formées avec un fil métallique continu, et que les fils pairs, qui communiquent entre eux, ne sont pas en communication avec les impairs réunis aussi entre eux; les fils doivent en outre être assez rapprochés pour que le projectile en perçant la cible en coupe au moins deux; la figure ci-jointe représente une disposition qu'on pourrait adopter.



Les fils impairs de chaque cible, réunis au conducteur x, communiqueront avec le cylindre d'acier, et les fils impairs avec l'armature extérieure

d'une batterie de Leyde au moyen du conducteur *y*. De sorte qu'il n'y aura pas de communication métallique entre le cylindre et ces armatures.

Nous avons essayé de représenter par la figure suivante, l'appareil disposé pour obtenir le temps écoulé entre les instants où un projectile perce deux cibles.



Le cylindre *c* étant mis en mouvement, les batteries de Leyde B_1 B_2, dont on représente seulement un élement, étant chargées ainsi que la bouche à feu, supposons que le boulet parte. Il traversera la cible n° 1, brisera deux fils, l'un pair et l'autre impair, et par ce contact momentané établira entre la batterie B_1 et le cylindre, une communication métallique qui fera jaillir une étincelle entre la pointe et la surface cylindrique, sur laquelle elle produira une tache de Priestley. Quand le boulet atteindra la cible n° 2, il complétera de

même un circuit entre la batterie B_2 et le cylindre en mouvement, sur lequel une nouvelle étincelle produira une seconde marque.

La production de ces marques et le passage à travers les cibles du boulet qui établit les circuits nécessaires au jaillissement des étincelles, étant simultanés, le temps déduit de la grandeur de l'arc compris entre les deux taches sera exactement celui qui s'est écoulé pendant que le projectile a parcouru l'espace qui sépare les cibles.

Ainsi, avec cet appareil, on pourrait mesurer directement la vitesse initiale d'un projectile; ou celle qu'il posséderait en un point quelconque de sa trajectoire.

La solution de cette question supposerait que l'électricité de tension est assez énergique, malgré les pertes qu'elle ferait tout le long des conducteurs, soit dans l'air, soit dans le sol. Mais on pourrait probablement remédier à cet inconvénient, en employant des batteries convenables.

En supposant ces difficultés vaincues, il serait facile de rendre cet appareil propre à mesurer une série de durées. Il suffirait pour cela de donner à la pointe métallique un mouvement de translation, parallèlement au cylindre, afin que les taches fussent situées sur une hélice; mais il serait nécessaire que la loi de la génération de cette hélice, ou celle du mouvement de translation fût parfaitement connue.

§ 5.

Les avantages du procédé de M. Siemens sont évidents. Ils consistent en ce que la production des taches sur le cylindre, et le passage du boulet à travers les cibles sont simultanés, tandis que dans les appareils à cylindre, où le jeu d'un style est produit par les changements d'état d'un électro-aimant, ou d'une hélice-dynamique les temps de chute et de relèvement sont inégaux, ce qui nécessite des corrections, ou l'emploi de plusieurs styles dont le jeu soit identique ou soit au moins parfaitement connu.

M. Siemens pensait qu'avec cet appareil il pourrait mesurer exactement des temps assez courts pour pouvoir rapprocher les cibles à quelques pieds l'une de l'autre, et les placer même dans l'intérieur de la bouche à feu. Cette opinion était assez bien fondée car M. Leonhard, le plus habile horloger de Berlin, s'était engagé à exécuter l'appareil de M. Siemens de manière qu'on pût avec son aide, évaluer *un cinq cent millième* de seconde.

Nous ignorons si l'appareil, exécuté par cet habile artiste a réalisé les espérances qu'il avait fait concevoir. Cependant il paraît renfermer quelques causes d'irrégularités et d'incertitude dans son jeu que nous allons signaler.

D'abord la difficulté de déterminer bien exactement le centre de la tache, détermination essentielle surtout quand l'arc compris entre deux taches sera petit ou que le vent fera osciller l'étincelle.

En second lieu, l'établissement des circuits par le contact momentané du projectile avec les fils pairs et impairs des cibles, ne paraît pas assuré. Car pour qu'il eut lieu, il faudrait que la surface du projectile fût parfaitement nettoyée ou décapée, l'expérience démontrant qu'un projectile oxidé, comme ils le sont généralement dans les piles, ne peut établir un circuit avec deux fils de cuivre entre lesquels il passe rapidement.

Enfin la difficulté d'accumuler l'électricité de tension, sur les conducteurs quand l'air serait chargé d'humidité, et de les isoler parfaitement quand ils auraient une grande longueur.

Néanmoins cet appareil pourrait rendre de très-grands services pour mesurer des temps très-courts, quand l'établissement des circuits serait sûr; il pourrait probablement servir à mesurer la vitesse du projectile dans l'âme des bouches à feu, problème que M. Siemens s'était proposé de résoudre. Nous ignorons s'il est parvenu à une solution satisfaisante.

CHAPITRE VII.

APPAREILS BELGES (1).

Nous avons déjà, en 1852 (2), donné une idée sommaire des tentatives faites en Belgique pour appliquer l'électricité à la mesure des vitesses des projectiles de l'artillerie. Depuis cette époque, M. le capitaine Navez, auteur des appareils mis en essai, m'a communiqué la description et les

(1) La rédaction de ce chapitre était terminée dans les premiers mois de 1852, d'après des croquis et des renseignements très-complets, que M. Navez m'avait adressés le 23 janvier 1852, au moment même où un article sur les appareils belges paraissait dans le *Moniteur de l'Armée*. Mais, depuis cette époque, cet officier a publié une description complète de son appareil, accompagnée de planches, qu'il a mises à ma disposition avec une grande obligeance. Aussi ai-je profité du retard qu'a éprouvé l'impression de mon travail pour refaire le chapitre relatif aux appareils belges, afin de les faire connaître d'après les derniers perfectionnements apportés par leur auteur.

(2) *Moniteur de l'Armée*, 26 janvier 1852.

dessins de l'appareil électro-balistique définitivement adopté en Belgique, et cette communication m'a permis de compléter cette première publication. Toutes les expériences préliminaires indispensables pour arriver à la solution de l'important problème, objet de ses travaux, ont été entreprises et poursuivies avec une grande habileté et une persévérance que rien n'a pu rebuter, par cet officier d'artillerie qui fut en même temps conduit à faire des observations intéressantes sur le mode d'agir du fluide électrique.

Après de nombreux tâtonnements, M. le capitaine Navez arriva enfin à imaginer un appareil électro-magnétique qui paraît remplir toutes les conditions nécessaires pour être employé utilement dans les expériences balistiques. La description de cet appareil perfectionné, les applications qu'on en a faites, et l'examen que nous en ferons éclaireront le lecteur sur son usage, sa précision, ses qualités, et l'avenir auquel il paraît être appelé.

Les travaux de M. le capitaine Navez, la description de ces appareils, et principalement de celui qui est définitivement adopté en Belgique, sont csitgnés dans le précieux travail que cet officier a publié dans le *Journal des Armes spéciales* (1), sous le titre d'*Application de l'Électri-*

---

(1) Voir, dans le *Journal des Armes spéciales*, le numéro d'octobre 1852 et les suivants.

cité à la mesure de la vitesse des projectiles de l'artillerie. C'est à ce travail que pourra recourir celui qui désirera avoir sur ce sujet plus de détails que nous n'en pouvons donner dans ce chapitre.

Les appareils de M. Navez ont tous pour objet de donner la mesure d'un intervalle de temps, d'après la grandeur de l'espace parcouru simultanément par un corps soumis à l'action de la pesanteur, ce corps pouvant, d'ailleurs, être libre, ou descendre sur un plan incliné, ou enfin tourner autour d'un axe fixe et horizontal.

A. Appareil électro-magnétique fondé sur la chute d'un corps libre.

§ 1er.

La première application de l'électricité que M. Navez a faite aux appareils propres à donner la mesure de la vitesse des projectiles de l'artillerie, a eu pour objet l'amélioration d'un appareil balistique ingénieux et très-simple qui a été imaginé par M. le colonel de Booz, de l'artillerie française. Cet appareil (1) est fondé sur la relation qui existe entre la distance que franchit un projectile

---

(1) *Journal des Armes spéciales*, ... 1838.

et l'espace vertical, parcouru simultanément par un corps libre et pesant.

Cet appareil se composait essentiellement d'un cadre-cible fixe, placé à une certaine distance de la bouche à feu, 50^m par exemple, et d'un cadre mobile en bois très-mince ou en carton placé en avant et très-près de la cible fixe. Le cadre mobile était soutenu à une hauteur déterminée au moyen d'un poids attaché à une ficelle passant sur des poulies de renvoi et très-près de la bouche de la pièce, de sorte que le boulet en quittant la bouche à feu, devait nécessairement couper cette ficelle et déterminer la chute verticale du cadre.

C'était, en effet, ce qui arrivait, mais ce cadre-mobile était bientôt lui-même rencontré par le projectile qui le traversait et rencontrait aussitôt le cadre fixe qu'il perçait aussi pour continuer son mouvement.

On ramenait alors vis-à-vis l'un de l'autre les trous faits dans les deux cibles par le passage du projectile, et on mesurait la hauteur dont le cadre-cible était descendu pendant que le boulet avait parcouru l'espace E, compris entre la bouche de de la pièce et la cible mobile. On déduisait alors au moyen de la formule qui représente la loi de la chute des corps, le temps T employé pour ce parcours, et on avait ainsi les données suffisantes pour calculer la vitesse initiale du projectile.

Cet appareil très-simple a présenté en France,

dans les expériences où il a été employé, des anomalies et des inconvénients assez graves pour le faire rejeter. On pourrait peut-être les attribuer en grande partie à l'influence de l'inertie de la corde et à la difficulté de ramener exactement vis-à-vis l'un de l'autre les trous faits par le boulet dans les deux cibles. En Belgique, il a été plus tard employé dans de nombreuses expériences sur le tir des armes portatives de divers modèles, et c'est dans le but de l'améliorer que le capitaine Navez a essayé d'employer l'électro-magnétisme pour déterminer le jeu du cadre mobile.

§ 2.

L'appareil de Booz, auquel M. Navez appliqua l'électricité, fut construit avec beaucoup de soins. « L'écran fixe, dit-il, et l'écran mobile étaient garnis de feuilles de carton-pâte dans lesquelles la balle laissait des traces assez nettes de son passage. Les côtés des écrans étaient divisés en millimètres. Pour relever les hauteurs des points d'impact, on introduisait un cylindre du même diamètre que la balle dans le trou fait par cette dernière ; puis on faisait glisser jusque contre le cylindre une règle de bois bien dressée, dont les extrémités, munies de verniers, correspondaient avec les divisions tracées sur les côtés de l'écran. Nous pouvions ob-

tenir ainsi la hauteur de l'écran mobile, à moins d'un millimètre près. »

Le rôle de l'électro-magnétisme consistait à produire la suspension du cadre de manière à obvier aux inconvénients du procédé précédemment décrit. Il fallait pour cela que la suspension fût telle que la rupture de la ficelle par le boulet et la mise en mouvement du cadre-mobile fussent simultanées.

A cet effet, l'écran mobile fut muni à sa partie supérieure de deux pièces de fer doux, destinées chacune à servir de *contact* à un électro-aimant fixe et activé par un courant passant devant la bouche du canon. La balle, en sortant de l'arme, produisait alors une disjonction dans le courant et déterminait la chute de l'écran mobile. On avait ainsi un appareil électro-magnétique d'une grande simplicité, mais l'expérience ne réalisa pas l'attente de l'auteur, parce que le temps pendant lequel les contacts étaient soumis à l'influence de la force coercitive après l'interruption des courants, était assez grand pour ne pouvoir être négligé.

De sorte que les tentatives faites pour rendre l'appareil de Booz propre à donner des résultats précis furent infructueuses, puisqu'on ne parvint à réaliser qu'une des deux conditions auxquelles il doit satisfaire : 1° possibilité de mesurer les hauteurs de chute ; 2° simultanéité de la rupture de la corde et de la mise en mouvement du cadre mobile.

§ 3.

On pourrait probablement faire disparaître la principale cause d'erreurs qui consiste dans la non-simultanéité de la rupture de la corde ou du circuit magnétique et de la mise en mouvement du cadre mobile, en faisant usage de la puissance attractive des hélices dynamiques.

A cet effet on ferait soutenir, par une hélice dynamique, le cadre mobile dont la partie supérieure porterait une tige de fer doux, qui s'engagerait dans la bobine de l'hélice fixée à une hauteur convenable. Alors, quand le fil conducteur qui passe devant la bouche à feu serait coupé par le boulet, le cadre mobile tomberait aussitôt, car cette interruption du circuit magnétique détruirait instantanément la puissance dynamique de l'hélice.

Si une seule hélice dynamique était insuffisante pour soutenir le cadre mobile, on en emploierait plusieurs; il suffirait alors de disposer leurs circuits devant la bouche à feu de manière qu'ils fussent simultanément coupés par le boulet.

Les dispositions prises par M. Navez pour mesurer exactement les hauteurs de chute, combinées avec l'emploi des hélices dynamiques qui détermine la simultanéité nécessaire entre l'instant où

le circuit est interrompu par le boulet et celui où le cadre mobile commence à se mouvoir, donnerait ainsi au procédé de Booz la précision dont il manque, et l'appareil qui en résulterait pourrait rendre de grands services à l'artillerie à cause de sa simplicité et de la modicité de son prix.

B. Appareil fondé sur la descente d'un corps le long d'un plan incliné.

§ 1er.

Le capitaine Navez essaya ensuite d'appliquer le même principe en astreignant le corps pesant à descendre sans frottement sensible le long d'un plan incliné au lieu de tomber verticalement comme dans l'appareil précédent.

La loi de la chute des corps ne change pas, comme on sait, et la formule $e = \frac{1}{2} g^1 t^2$ qui représente le mouvement de descente du corps le long du plan incliné, est semblable à celle qui exprime la chute verticale des corps pesants; seulement, dans la formule actuelle, g' est une quantité égale à l'intensité de la pesanteur g multipliée par le rapport de la hauteur du plan incliné à sa longueur.

L'appareil imaginé pour réaliser cette idée se composait de deux rails parallèles en laiton formant

plan incliné; d'un petit chariot destiné à rouler sur ces rails par l'action de la pesanteur, et par conséquent sans frottement sensible; d'un frein destiné à presser les roues du chariot pour arrêter son mouvement; d'un électro-aimant placé à la partie supérieure du plan incliné pour retenir, pendant qu'il est actif, le petit chariot au moyen d'un contact de fer doux fixé sur ce dernier; enfin d'un second électro-aimant porté par le chariot et destiné, lorsqu'il est actif, à attirer le frein pour l'empêcher d'agir sur les roues et d'arrêter le charriot.

La bobine de l'électro-aimant porté par le chariot communiquait avec les deux pôles de la pile par l'intermédiaire des essieux, des roues et des rails; de sorte que le chariot pouvait opérer son mouvement de descente le long du plan incliné sans que le circuit où passait le courant qui activait l'électro-aimant fût interrompu.

§ 2.

Le fil conducteur du courant qui activait l'électro-aimant fixé au sommet du plan incliné passait devant la bouche à feu, et celui de l'électro-aimant mobile, placé sur le chariot, communiquait, par l'intermédiaire des rails, d'une part, avec la pile, et de l'autre avec une cible-réseau, qui complétait le circuit par sa liaison métallique avec l'autre pôle.

Ces dispositions étant prises, on mettait le feu à la pièce et le boulet, à sa sortie, coupait le fil métallique passant devant la bouche. Cette disjonction produisait la désaimantation de l'électro-aimant fixe, qui cessait alors d'attirer le chariot, et celui-ci devenu libre descendait le long du plan incliné. Mais bientôt après le boulet, en traversant la cible, interrompait le circuit de l'électro-aimant mobile dont elle faisait partie, de sorte que celui-ci perdait sa puissance attractive et laissait le frein agir sur les roues du chariot pour l'arrêter.

On mesurait alors l'espace parcouru par le chariot sur le plan incliné, dont l'inclinaison était connue, et on calculait le temps correspondant à ce parcours. Ce temps devait être exactement égal à celui qui avait été employé par le projectile pour parcourir l'espace compris entre les deux fils conducteurs successivement interrompus. Avec ces données on pouvait ensuite calculer la vitesse initiale du projectile.

Mais l'expérience prouva que cet appareil donnait des résultats anormaux et qu'il ne pouvait, malgré tous les soins apportés à sa construction, remplir l'objet pour lequel il avait été imaginé.

§ 3.

La précision des résultats donnés par cet appareil dépendait, comme celle du précédent : 1° de

l'exactitude avec laquelle l'espace parcouru par le mobile, qui est ici le chariot, pouvait être mesuré; 2° de la simultanéité entre le départ du chariot et l'interruption du circuit de l'électro-aimant supérieur, et 3° de l'instantanéité entre l'interruption du circuit de l'électro-aimant mobile et le moment où le chariot s'arrêtait.

L'emploi de la descente d'un corps le long d'un plan incliné au lieu de la chute verticale d'un corps libre, diminuait la grandeur des espaces parcourus dans les mêmes temps, et augmentait ainsi la chance d'erreurs provenant de leur mesure; de sorte que cet appareil serait moins bon que le précédent pour mesurer des temps très-courts.

La simultanéité d'effets n'ayant pu être obtenue à cause de l'influence perturbatrice que la force coercitive exerce sur le fer doux, le capitaine Navez chercha le moyen de retarder également le départ et l'arrêt du chariot, après l'interruption des circuits correspondants, afin de compenser ces retards, mais il ne put satisfaire à ces conditions essentielles.

Les retards étaient irréguliers et inégaux; malgré les précautions prises pour rendre les électro-aimants et les contacts dont on fit usage aussi identiques que possible sous le rapport des formes, des dimensions et de la qualité du fer : malgré l'emploi du galvanomètre différentiel pour s'assurer que les courants avaient une égale intensité; enfin

malgré les détails de construction combinés de manière que les forces qui agissaient sur chaque pièce de contact pour le détacher de son électro-aimant fussent égales.

§ 4.

On pourrait cependant faire disparaître dans l'appareil précédent les principales causes du défaut de précision, qui consistent dans la différence des retards dans le départ et l'arrêt du chariot. Il suffirait peut-être, pour y parvenir, d'employer un électro-aimant à courants équilibrés, qui deviendrait actif, lorsqu'un des deux circuits serait interrompu, et agirait par attraction sur un mécanisme retenant le chariot, afin qu'il laissât ce dernier commencer son mouvement de descente. Il serait facile d'imaginer une disposition mécanique qui remplît cette condition. On pourrait, par exemple, en adopter une analogue à celle qui a été employée pour mettre en mouvement le pendule et levier arrêt (pl. IV, fig. V).

Il serait plus difficile d'arrêter instantanément le chariot, au moment de l'interruption du circuit de son électro-aimant, car il faudrait anéantir subitement la force d'inertie qui l'influence. Aussi chercherons-nous à éviter cette difficulté presqu'insurmontable en recourant à un moyen qui permettra de déterminer la position du chariot

sur le plan incliné, sans arrêter ou ralentir son mouvement de descente, quand le circuit de son électro-aimant sera interrompu.

Nous emploierons pour cela une disposition analogue à celle qui a été adoptée pour notre *pendule électro-magnétique* chap. V. Nous supprimerons donc le frein, et nous le remplacerons par un levier coudé situé dans un plan vertical. Sa branche inférieure porterait un style, dont la pointe serait en contact avec une règle graduée placée entre les rails parallèlement au plan incliné, et la branche supérieure serait dans la sphère d'attraction de l'électro-aimant porté par le chariot. Quand il deviendrait actif sous l'influence d'un courant d'induction, produit spontanément par la rupture d'un circuit voisin parcouru par un courant, le style serait aussitôt soulevé, et cesserait de toucher la règle graduée.

Le jeu de l'appareil ainsi modifié est facile à concevoir. Quand le chariot est retenu à la partie supérieure du plan incliné, le style, qui n'est soumis à aucune influence magnétique, touche la règle divisée, et indique par sa trace le point de départ. Mais aussitôt que le boulet coupe un des deux circuits équilibrés de l'électro-aimant fixe, l'autre l'active, et il agit alors sur le mécanisme de retenue pour laisser le chariot descendre. Pendant la descente de celui-ci, le style trace sur la règle graduée la ligne de plus grande pente du plan incliné; en-

fin l'interruption du circuit de la cible-réseau par le boulet, déterminera un courant d'induction momentané qui activera l'électro-aimant mobile, et celui-ci fera aussitôt relever le style, de sorte que la ligne tracée par ce dernier, représentera exactement la longueur du chemin parcouru par le chariot, entre les instants où les deux circuits ont été interrompus.

On mesurera alors la grandeur de la ligne décrite par le style depuis l'origine du mouvement du chariot, et on en déduira le temps correspondant, lequel sera égal à celui qui se sera écoulé entre les ruptures consécutives des deux circuits.

On pourrait aussi employer, avec avantage, les hélices dynamiques, comme dans l'appareil de Booz, pour retenir le chariot à la partie supérieure du plan incliné, et le mettre instantanément en mouvement quand le courant qui passe dans l'hélice serait interrompu.

On pourrait encore remplacer le style et son électro-aimant par un fer doux mobile terminé en pointe, et placé dans une hélice verticale qui serait susceptible de devenir dynamique par le passage d'un courant d'induction produit par l'interruption d'un circuit magnétique voisin. L'appareil, ainsi modifié, serait très-simple et paraîtrait doué d'une grande précision. Nous ne nous arrêterons pas plus longtemps sur cet appareil, car ce qui a été dit

chap. V, section II, suffit pour en faire saisir le jeu et les avantages.

C. — Pendule électro-balistique.

§ 1er.

Les résultats peu avantageux obtenus par M. Navez conduisirent cet officier à employer l'électricité avec un corps astreint à se mouvoir autour d'un axe fixe horizontal sous l'influence de la pesanteur. Il employa, à cet effet, des pendules munis de divers moyens d'arrêter le mouvement oscillatoire. Mais ni les échappements à ancre, ni les divers moyens d'encliquetage, ni les freins excentriques, ni les roues dentées, en un mot aucun des moyens essayés ne put arrêter instantanément le pendule oscillant.

Ces insuccès, qui n'étonneront aucun de ceux qui cherchent à expérimenter de nouveaux appareils, conduisirent M. Navez à faire agir directement les électro-aimants sur le pendule pour l'arrêter. Mais les résultats donnés par cet appareil chronoscopique firent reconnaître que l'arc en fer doux, qui constituait la lentille, glissait sur les pôles de l'électro-aimant, mouvement qui provenait de la force vive dont la masse oscillante était animée au moment où elle devait être brusquement arrêtée dans sa course.

M. Navez évita ces inconvénients en cherchant à déterminer la position du pendule à un instant quelconque, sans arrêter la masse oscillante. A cet effet, il employa un pendule à lentille muni d'un axe de suspension de forme cylindrique, sur lequel un manchon portant une aiguille indicatrice pouvait glisser à frottement doux. « Pendant que la rondelle en fer était entraînée dans le mouvement du pendule, sa face restait toujours en regard et très-rapprochée des deux extrémités d'un électro-aimant en forme de fer à cheval. Lorsque cet électro-aimant devenait actif, il fixait la rondelle et par conséquent aussi l'aiguille indicatrice, *tout en permettant au pendule de continuer son oscillation*. Une petite pièce en fer doux encastrée dans la lentille donnait le moyen de retenir le pendule dans sa position initiale par un aimant temporaire.

« Cette nouvelle disposition présentait de grands avantages sur toutes les précédentes : la masse qui devait être arrêtée brusquement se trouvait de beaucoup diminuée et surtout concentrée vers le centre du mouvement : l'effet de la force vive acquise par le pendule au moment où l'électro-aimant devenait actif, ne pouvait donc plus avoir des conséquences aussi fâcheuses que celles qui avaient été remarquées lors des essais au moyen d'un arc oscillant. »

Sans suivre l'inventeur dans les perfectionne-

ments de détail apportés à son appareil. nous énoncerons cependant les avantages et les propriétés qui appartiennent à la disposition définitivement adoptée. Elle possède ceux :

« 1° D'être exempte de rouage à échappement, et, par conséquent, de ne pas voir l'exactitude de ses indications limitée par la division des roues, l'aiguille indicatrice pouvant s'arrêter en *un point quelconque* du limbe sur lequel on observe la course du corps oscillant.

« 2° D'être appropriée à une exécution matérielle soignée et délicate, parce que tout le système oscillant ne doit pas être arrêté brusquement ; la force vive acquise par le pendule, à l'instant où l'aiguille indicatrice est fixée, ne peut, dans ce cas, donner lieu à aucune réaction sur les points de suspension.

« 3° De rendre l'exactitude des résultats indépendante de la compensation entre les deux temps indiqués plus haut, sans que la différence entre ces temps doive être déterminée numériquement et sans que les courants soient réglés.

« 4° De rendre le chronoscope propre à la mesure de temps très-petits, en permettant d'évaluer le temps d'après des arcs compris dans la partie de l'oscillation où le pendule est animé de sa plus grande vitesse. »

Nous donnerons maintenant, d'après l'inventeur, la description de l'appareil perfectionné, tel qu'il a été construit en dernier lieu.

§ 2.

L'appareil est divisé en trois parties distinctes :
1° Le pendule;
2° Le conjoncteur;
3° Le disjoncteur.

Le pendule est la pièce principale; le conjoncteur et le disjoncteur sont les pièces accessoires.

Description du pendule. Pl. V, fig. 1 (1).

« Sur une forte plaque en laiton LL est monté un pendule P dont la lentille, également en laiton, a reçu dans son épaisseur une petite plaque en fer doux *p*. La tige de ce pendule est en acier; elle est fixée dans une pièce en bronze très-dur, qui sert d'axe de suspension à tout le système oscillant. Cet axe est soutenu par deux pivots cylindriques en acier fondu, formés aux extrémités de deux vis, dont une seule *v* est visible sur la figure; l'autre, qui se trouve placée symétriquement à la première, de l'autre côté de la plaque, est logée dans une pièce du genre de celles que les horlogers appellent *ponts*. — La suspension du pendule est éta-

(1) On pourra se faire une idée assez exacte des dimensions de l'appareil, d'après cette donnée que sur le dessin, les dimensions verticales sont à l'échelle de 1/2.

blie très-délicatement. Les pivots sont de très petit diamètre; les vis qui les portent sont à filet très-fin, pour que leur composition puisse être réglée avec beaucoup d'exactitude; des contre-écrous assurent la position des vis lorsqu'elle a été réglée.

« L'axe en bronze du pendule traverse, à frottement doux, un manchon terminé par une rondelle en fer R. Un ressort r, dont l'action peut être réglée au moyen d'une petite vis S, est fixé, par une de ses branches, à une partie renflée de l'axe en bronze contre laquelle vient aussi appuyer le manchon; l'autre branche du ressort se bifurque et les deux extrémités de la fourche agissent sur le manchon. — Il résulte de cette disposition que le pendule entraîne dans son mouvement le manchon et aussi une aiguille indicatrice fixée à la rondelle R. — La vis u, qui traverse l'aiguille indicatrice et appuie contre la rondelle R, sert à régler la distance du vernier V à la plaque LL. — Un taquet T arrête l'aiguille indicatrice dans une position telle que le o du vernier coïncide avec le o du limbe divisé en 150 degrés sexagésimaux. — Le vernier permet d'apprécier 1/20e de degré.

« Une ouverture pratiquée sur le côté de la plaque LL donne passage à l'extrémité d'un électro-aimant droit, dont le fer cylindrique Q fait saillie sur la plaque. Cet électro-aimant est monté sur un

chariot dont la position peut être réglée au moyen de la vis de rappel K.

« Au centre de la plaque se trouve une ouverture circulaire dont le diamètre est égal à celui de la rondelle R. Cette ouverture donne passage aux deux extrémités d'un fort électro-aimant du genre de ceux dits en fer à cheval. Ces deux extrémités se rapprochent l'une de l'autre pour être engagées dans l'ouverture centrale de la plaque, dans laquelle ouverture elles sont exactement ajustées. Le petit intervalle, qui sépare les deux extrémiités de l'électro-aimant, est rempli par une pièce en laiton, percée pour donner passage à l'axe de suspension du pendule. — La face de la rondelle en fer doux se trouve donc en regard et très-rapprochée des deux extrémités de l'électro-aimant.

« Quatre presses à vis servent à établir les communications nécessaires pour faire circuler le fluide électrique dans les bobines des électro-aimants.

« Une tablette en bois, munie de trois vis à caler, supporte le tout.

« Un niveau sphérique, à bulle d'air N, donne les indications nécessaires pour mettre la tablette en bois dans une position horizontale.

« L'instrument est renfermé dans une cage garnie de glaces, semblable à celles dont on recouvre ordinairement les balances de précision. Cette cage n'est pas représentée sur la figure. »

Description du conjoncteur. Pl. V, fig. 2.

« Un électro-aimant E peut se mouvoir le long de la colonne C. Son mouvement ascensionnel est obtenu au moyen d'une vis de rappel V dont la tige est logée dans l'intérieur de la colonne. Des bandes en cuivre, pliées en zigzag de manière à pouvoir se replier sur elles-mêmes lorsque l'on fait descendre l'électro-aimant, établissent des communications entre le fil de la bobine et les presses à vis.

« Sous l'électro-aimant se trouve un petit mortier en fer M, dans lequel on met un peu de mercure. La vis B traverse la paroi du mortier; elle sert à régler le niveau du mercure. Le mortier est entouré d'un cylindre en laiton O; une bande de cuivre B le met en communication avec la presse à vis 7.

« De la presse à vis 8 part une lame en acier trempé L, dont l'extrémité, qui se trouve au-dessus du petit mortier, porte une pointe en fer dirigée vers la surface du mercure.

« Un *poids* en plomb P, surmonté d'une pièce cylindrique en fer doux, est destiné à être maintenu par l'électro-aimant dans la position qu'il occupe sur la figure. Un bout de tube en laiton D, dont nous expliquerons l'usage plus loin, cache sur la figure la partie cylindrique en fer doux du

poids, ainsi que l'extrémité de l'électro-aimant.

« Trois vis à caler servent à mettre de niveau la tablette sur laquelle toutes les pièces sont établies. Un fil à plomb, placé dans l'intérieur de la colonne et que l'on aperçoit, ainsi que son repère, à travers quatre fenêtres percées dans la partie inférieure de cette colonne, sert de guide pour l'emploi des vis à caler. »

Description du disjoncteur. Pl. V, fig. 3.

« Deux lamettes fixes en cuivre LL, séparées par une pièce d'ivoire et maintenues par un étrier garni également d'ivoire intérieurement, communiquent au moyen de bandes aussi en cuivre, placées sous la tablette en bois de l'instrument, l'une avec la presse à vis 9, l'autre avec la presse à vis 10.

« Deux autres lamettes L'L', également en cuivre et séparées par une pièce d'ivoire, forment un système mobile dont l'extrémité peut être introduite, à *frottement*, entre les deux lamettes fixes. Chacune des deux lamettes L'L' est en communication avec la presse à vis qui se trouve en regard, et cela par l'intermédiaire d'une des bandes en cuivre pliées en zigzag BB.

« Une tige en acier, articulée avec la pièce en ivoire qui sépare les lamettes mobiles, et dont le bout fileté vient s'engager dans le bouton E, tra-

verse le cylindre C, dans l'intérieur duquel se trouve logé un fort ressort à boudin. Ce ressort à boudin agit sur le système des lamettes mobiles et tend à le tenir éloigné des lamettes fixes.

« Quand on presse sur le bouton E, le ressort à boudin cède; les lamettes mobiles pénètrent entre les lamettes fixes; le bec d'une gâchette placée sous la tablette, et sollicitée par un petit ressort, s'engage dans un cran pratiqué dans la tige en acier dont il a été question plus haut. Il résulte du jeu de ce mécanisme que les lamettes mobiles restent en contact avec les lamettes fixes jusqu'au moment où on dégage le bec de la gâchette en appuyant sur le bouton d'une détente D.

« Les faces des lamettes qui se trouvent en contact lorsque le disjoncteur est au bandé, sont garnies de feuilles d'argent. »

§ 3.

Manière de disposer l'appareil et d'en faire usage.

« L'appareil doit être établi dans un local bien clos, où il se trouve à l'abri des intempéries de l'air. A défaut d'un bâtiment en maçonnerie, on se contentera d'une baraque construite en planches.

« Le pendule et le conjoncteur seront placés sur

une table *très-massive* dont les pieds reposeront *directement sur le sol naturel*, et qui ne touchera par aucun point aux murs du local ou aux panneaux de la baraque. — Ces précautions ont pour objet d'obtenir la stabilité nécessaire et de soustraire, autant que possible, l'appareil à la commotion qui résulte du tir.

« Le disjoncteur trouvera place sur une petite table qui ne touchera pas à celle sur laquelle seront établis les deux autres instruments. Le jeu du disjoncteur donne lieu à une secousse qui pourrait nuire à la précision de la marche du conjoncteur, si ces deux instruments se trouvaient établis sur la même table.

« La planche V représente les trois instruments dans les positions relatives qu'ils doivent occuper.

« Il est *très-important* de placer le pendule de manière que le système oscillant, parti de sa position initiale, et arrivé à sa position d'équilibre stable, ait effectué la course angulaire de 75 degrés sexagésimaux, course répondant, d'après la construction de l'appareil, à la moitié de l'oscillation. On parviendra à remplir cette condition en opérant de la manière suivante : on mettra d'abord la tablette de niveau au moyen des vis à caler, en se guidant sur les indications du niveau à bulle d'air N; puis on relèvera la lentille du pendule jusqu'à ce que la petite pièce en fer *p* vienne en contact avec l'extrémité de l'électro-aimant Q.

L'aiguille indicatrice, entraînée dans le mouvement du pendule, sera amenée contre le taquet T, et le *o* du vernier coïncidera avec le *o* du limbe. On abandonnera ensuite le pendule à lui-même, afin qu'il reprenne sa position d'équilibre stable. Si, lorsque le pendule aura cessé d'osciller, le *o* du vernier coïncide avec le 75ᵉ degré du limbe, l'instrument se trouvera bien disposé; dans le cas contraire, on fera monter ou descendre l'électro-aimant au moyen de la vis de rappel K, puis on recommencera l'opération que nous venons de décrire. On arrivera, après quelques tâtonnements, à obtenir la coïncidence parfaite du *o* du vernier avec le 75ᵉ degré du limbe. — Avant de relever le pendule, il faut avoir soin que l'aiguille indicatrice se trouve dans le secteur compris entre le *o* et le 75ᵉ degré du limbe. Du moment qu'en relevant le pendule on aura amené l'aiguille contre le taquet, l'axe de suspension commencera à tourner dans le manchon jusqu'à ce que la lentille et l'électro-aimant soient en contact.

« Voici comment il faudra régler la *suspension* du pendule : La vis placée derrière la grande plaque LL sera retirée de son écrou de la quantité nécessaire pour que la rondelle vienne en *contact* avec le grand électro-aimant en regard duquel elle se trouve; puis on fera rentrer lentement cette vis dans son écrou, jusqu'à ce que le pivot de suspension, agissant contre l'axe du pendule, fasse

reculer tout le système oscillant de la quantité suffisante pour que la rondelle R ne soit plus en contact avec le grand électro-aimant; l'intervalle qui séparera la rondelle de l'électro-aimant ne devra pas excéder un dixième de millimètre. L'extrémité de l'autre pivot de suspension ne pourra pas toucher au fond du logement de ce pivot dans l'axe; on laissera un jeu d'environ un demi-millimètre.

« On réglera la tension du petit ressort *r* au moyen de la vis 8, et de manière que cette tension soit suffisante pour que le manchon, la rondelle et l'aiguille indicatrice soient entraînés dans le mouvement du pendule.

« Le vernier sera ramené très-près du limbe divisé au moyen de la vis 11.

« Toutes les vis dont il vient d'être question sont munies de contre-écrous, qu'il faudra serrer avec soin.

« On placera le conjoncteur à côté du pendule. La position de la colonne sera rendue verticale par l'emploi des vis à caler, pour lequel on suivra les indications du fil à plomb. — La hauteur du mercure dans le petit mortier, sera réglée au moyen de la vis B; on aura soin que la surface de ce métal se trouve à peu de distance de la pointe en fer qui est fixée à l'extrémité de la lame en acier L. — Le mercure devra être pur et sa surface brillante.

« Le disjoncteur sera placé à côté du conjoncteur,

mais, comme nous l'avons dit, sur une table pa
ticulière. — On donnera au départ du disjoncteu
la facilité convenable par le secours d'une petit
vis placée sous la tablette de l'instrument, et qu
règle la quantité dont le bec de la gachette peu
s'engager dans le cran auquel il correspond.

« La pression des lamettes fixes sur les lamette
mobiles pourra, au besoin, être modifiée au moyen
de la vis *i* qui agit sur l'étrier en ivoire, ayant pour
objet de maintenir l'écartement des deux lamettes
fixes. La conservation de l'instrument exige que
l'on n'abuse pas de ce moyen de rappel, destiné
surtout à obvier aux suites de l'usure.

« Deux piles sont nécessaires pour faire fonctionner l'appareil. Nous employons des piles de Bunsen. Il faudra les placer à l'*extérieur* du local dans lequel on aura établi l'appareil, afin que ce dernier soit soustrait à l'action corrodante de leurs émanations.

« La fig. I, Pl. VI, indique les circuits qu'il faudra établir (1). Ces circuits sont au nombre de trois; nous les désignerons, ainsi que les courants qui doivent les parcourir, par les nos I, II et III. —

(1) Dans ce dessin, on s'est attaché à rendre claires les di
positions générales sans conserver aucune relation détermin
entre les dimensions des objets. Les instruments ont été repr
sentés en projection horizontale pour faciliter au lecteur l'inte
.igence de la marche des courants.

Les circuits n° I et n° III ne devant jamais être complets en même temps, les courants qui les parcourront prendront naissance à la même pile.

« Voici la marche des courants lorsque les circuits sont complets :

« Le courant n° I part de la pile P, arrive à la presse à vis 2, circule dans la bobine de l'électro-aimant du pendule, active cet électro-aimant, aboutit à la presse à vis 1, et passe dans le fil conducteur (soutenu par les poteaux) qui le dirige jusqu'au cadre-cible C. Du cadre-cible, le courant est ramené par le fil de retour à la presse à vis 11 du disjoncteur, d'où il passe dans la lamette mobile de gauche ; cette lamette étant en contact avec la lamette fixe de gauche (le disjoncteur est supposé au bandé), le courant arrive à la presse à vis 9, par l'intermédiaire de la lamette fixe, puis rejoint la pile P.

« Le courant n° II, part de la pile P', pour aller circuler dans le cadre-cible C', est ramené par le fil de retour à la presse à vis 5 du conjoncteur, d'où il passe dans la bobine de l'électro-aimant de cet instrument, électro-aimant qu'il active ; aboutit à la presse à vis 6 ; arrive à la presse à vis 12 du disjoncteur et circule dans les lamettes de droite de cet instrument dont il sort par la presse à vis 10, pour aller rejoindre la pile P'.

« Le courant n° III part de la même pile que le courant n° I, arrive à la presse à vis 3, active le

grand électro-aimant du pendule, passe à la presse à vis 4, d'où il est dirigé vers la presse à vis 8 du conjoncteur. La lame en acier du conjoncteur donne passage au courant qui aboutit à la presse à vis 7, par l'intermédiaire du mercure que contient le petit mortier, et de ce petit mortier lui-même mis en communication avec la presse à vis 7. De cette dernière presse à vis le courant rejoint la pile P. »

(*La suite au prochain numéro.*)

NOTES SUR LES PROJECTILES CREUX.

NOTES

SUR LES

PROJECTILES CREUX

ET SUR

LES BOUCHES A FEU

RÉSISTANCE A LA RUPTURE, TENSION DES GAZ, ETC.

Par COQUILHAT

Major d'artillerie, chevalier de l'Ordre du Lion Néerlandais.

TENSIONS

ET

DENSITÉS DES GAZ

PRODUITS PAR LA COMBUSTION DE LA POUDRE.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, la recherche de la densité des gaz correspondante à une force élastique donnée lors de la combustion de la poudre, est extrêmement abrégée par l'usage de tables, où se trouvent indiquées les tensions que procurent les diverses densités. Nous croyons faire une chose utile, en donnant le tableau suivant dans lequel nous avons fait varier la densité des gaz de centième en centième depuis 0.01 jusqu'à 1.00. Les valeurs de la tension des gaz sont exactes à moins de la moitié de l'unité. A l'aide d'une simple interpolation on peut expri-

mer avec trois décimales les valeurs des densités relatives à des tensions intermédiaires à celles données.

En tout cas ces valeurs peuvent servir de point de départ pour déterminer exactement les densités par des approximations successives. Dans la pratique, on n'aura jamais besoin de plus de 4 décimales, et trois suffiront dans la plupart des cas.

Tableau des valeurs de la fonction

$$1 + 0.362\ \varphi.$$

$$\times = 1.841\ (905\ \varphi)$$

Valeurs de φ	Valeurs correspondantes de ×	Valeurs de φ	Valeurs correspondantes de ×	Valeurs de φ	Valeurs correspondantes de ×	Valeurs de φ	Valeurs correspondantes de ×
0.01	× = 17	0.26	× = 724	0.51	× = 2637	0.76	× = 7641
0.02	× = 34	0.27	× = 770	0.52	× = 2759	0.77	× = 7956
0.03	× = 52	0.28	× = 818	0.53	× = 2886	0.78	× = 8279
0.04	× = 70	0.29	× = 867	0.54	× = 3018	0.79	× = 8622
0.05	× = 89	0.30	× = 919	0.55	× = 3155	0.80	× = 8974
0.06	× = 109	0.31	× = 972	0.56	× = 3298	0.81	× = 9340
0.07	× = 130	0.32	× = 1028	0.57	× = 3446	0.82	× = 9718
0.08	× = 151	0.33	× = 1086	0.58	× = 3599	0.83	× = 10119
0.09	× = 173	0.34	× = 1147	0.59	× = 3759	0.84	× = 1052
0.10	× = 196	0.35	× = 1210	0.60	× = 3925	0.85	× = 1094
0.11	× = 220	0.36	× = 1275	0.61	× = 4097	0.86	× = 11383
0.12	× = 245	0.37	× = 1343	0.62	× = 4276	0.87	× = 840
0.13	× = 271	0.38	× = 1414	0.63	× = 4462	0.88	× = 12313
0.14	× = 298	0.39	× = 1487	0.64	× = 4656	0.89	× = 12805
0.15	× = 326	0.40	× = 1564	0.65	× = 4856	0.90	× = 13314
0.16	× = 356	0.41	× = 1644	0.66	× = 5064	0.91	× = 13843
0.17	× = 386	0.42	× = 1727	0.67	× = 5279	0.92	× = 14392
0.18	× = 418	0.43	× = 1813	0.68	× = 5505	0.93	× = 14961
0.19	× = 451	0.44	× = 1902	0.69	× = 5739	0.94	× = 15552
0.20	× = 485	0.45	× = 1996	0.70	× = 5981	0.95	× = 16164
0.21	× = 521	0.46	× = 2092	0.71	× = 6233	0.96	× = 16799
0.22	× = 559	0.47	× = 2193	0.72	× = 6493	0,97	× = 17459
0.23	× = 598	0.48	× = 2298	0.73	× = 6764	0.98	× = 18143
0.24	× = 638	0.49	× = 2407	0.74	× = 7046	0.99	× = 18853
0.25	× = 680	0.50	× = 2530	0.75	× = 7341	1.00	× = 19589

DENSITÉS

DES

PROJECTILES CREUX

RÉSISTANCE A LA RUPTURE.

Les projectiles creux de divers calibres, dont les épaisseurs sont une même fraction du rayon extérieur forment des corps semblables.

Si nous appelons

V le volume du projectile creux,
R le grand rayon,
r le petit rayon,
E l'épaisseur aux parois,
n le rapport de l'épaisseur aux parois au grand rayon,
nous pourrons établir les égalités suivantes :

$$V = \tfrac{4}{3}\pi (R^3 - r^3)$$

$$E = R - r = nR \qquad \text{d'où } r = R(1 - n) \text{ et}$$

$$V = \tfrac{4}{3}\pi R^3 \left\{ 1 - (1 - n)^3 \right\}$$

Cette dernière valeur de V, étant indépendante de celle du petit rayon r, il en résulte que les volumes de tous les projectiles creux, dont les épaisseurs aux parois ont le même rapport n avec le grand rayon, sont entre eux comme les cubes de ces rayons.

Soit V' le volume d'un projectile plein de même calibre que le projectile creux, on aura

$$V' = \frac{4}{3} \pi R^3$$

Et par suite :

$$\frac{V}{V'} = \left\{ 1 - (1 - n)^3 \right\}$$

Les rayons R et r n'entrant pas dans l'expression du rapport $\frac{V}{V'}$, il en résulte, que pour tous les projectiles creux, dont les épaisseurs aux parois sont un même multiple n du grand rayon, le rapport du volume du projectile creux à celui du projectile plein du même calibre est le même.

Les poids étant proportionnels aux volumes, on peut aussi établir la proposition que pour tous les projectiles creux dont les épaisseurs aux parois sont un même multiple du grand rayon, le rapport du poids du projectile creux à celui du projectile plein est le même.

Soient :

d la densité de la fonte,
φ la densité de la poudre,

le poids d'un projectile creux, rempli de poudre sera exprimé par

$$\frac{4}{3}\pi\left\{R^3 - r^3\right\}d + \tfrac{4}{3}\pi r^3 \varphi$$

Substituant dans cette formule à la place de r sa valeur $R(1-n)$ il vient

$$\frac{4}{3}\pi R^3\left[\left\{1-(1-n)^3\right\}d + (1-n)^3\varphi\right]$$

En divisant ce poids par le volume $\frac{4}{3}\pi R^3$ du projectile plein de même calibre, on trouve pour la densité du projectile creux, rempli de poudre,

$$\left\{1-(1-n)^3\right\}d + (1-n)^3\varphi$$

Cette formule ne contenant ni le grand ni le petit rayon du projectile, il en résulte que tous les projectiles creux, remplis de poudre, pour lesquels l'épaisseur aux parois est un même multiple n du grand rayon, ont la même densité.

La résistance à la rupture des projectiles creux est proportionnelle à la quantité

$$\frac{R^3}{r^3} - 1.$$

Substituant dans cette expression à la place de r sa valeur $R(1-n)$, elle devient, toute réduction faite,

$$\left\{\frac{1}{(1-n)^3} - 1\right\}$$

Cette expression ne renfermant aucune des valeurs de R et de r, il en résulte que tous les pro-

jectiles creux dont les épaisseurs aux parois sont le même multiple *n* du grand rayon, offrent la même résistance à la rupture.

D'après ces considérations, nous avons dressé le tableau suivant indiquant les renseignements les plus utiles pour les projectiles creux. La densité moyenne des gaz relative à la charge minimum d'éclatement (l'orifice de l'œil étant supposé fermé) étant connue, il suffira, pour un projectile donné, de multiplier cette densité par le volume du vide intérieur, pour avoir à l'instant la charge minimum d'éclatement. Les rapports des épaisseurs aux parois aux diamètres extérieurs étant donnés de 5 en 5 millièmes, une simple interpolation procurera, d'une manière suffisamment exacte, toutes les données relatives à des épaisseurs intermédiaires.

La fonte du projectile creux ayant une ténacité qui ne dépasse pas 1300 atmosphères, nous avons fait les calculs en y ayant égard. Mais comme il pourrait être avantageux de couler les projectiles creux destinés aux bouches à feu de côtes, en fonte forte à canons, afin de les mettre en état de traverser les massifs en bois, avec de grandes vitesses sans se briser, nous avons également calculé la résistance à la rupture dans l'hypothèse que cette amélioration sera introduite.

Les résultats des expériences que M. le colonel Frédérix, directeur de la fonderie de Liége, a fait

faire sur la ténacité de la fonte ont donné une moyenne de 1800 atmosphères par centimètre carré : c'est ce chiffre que nous avons adopté.

Rapport de l'épaisseur aux parois au diamètre extérieur en fractions.		Rapport du poids du projectile creux à celui du projectile massif.	Densité du projectile vide, celle de la fonte étant 7.1.	Densité du projectile creux rempli de poudre, la densité de celle-ci étant 0.87.	La ténacité de la fonte étant de 1300 atmosphères.		La ténacité de la fonte étant de 1800 atmosphères.	
Ordinaires.	Décimales.				Résistance du projectile à la rupture.	Densité des gaz correspondante à une force élastique égale à la résistance du projectile.	Résistance du projectile à la rupture.	Densité des gaz correspondante à une force élastique égale à la résistance du projectile.
1/10	0. 100	0.488	3.465	3.910	731	0.262	1012	0.317
	0. 105	0.507	3.600	4.029	783	0.273	1084	0.330
	0. 110	0.525	3.727	4.142	802	0.277	1111	0.335
1/9	0. 111	0.529	3.756	4.166	849	0.286	1155	0.341
	0. 115	0.543	3.855	4.232	8.92	0.295	1236	0.354
	0. 120	0.561	3.983	4.365	951	0.306	1316	0.366
1/8	0. 125	0.578	4.104	4.471	1011	0.317	1400	0.378
	0. 130	0.595	4.224	4.576	1071	0.328	1487	0.390
	0. 135	0.611	4.338	4.676	1138	0.339	1578	0.407
	0. 140	0.627	4.452	4.776	1208	0.350	1672	0.413
1/7	0.1429	0.636	4.516	4.833	1248	0.356	1728	0.420
	0. 145	0.642	4.558	4.869	1279	0.361	1771	0.425
	0. 150	0.657	4.665	4.963	1333	0.371	1873	0.437
	0. 155	0.671	4.764	5.050	1430	0.382	1981	0.448
	0. 160	0.686	4.871	5.144	1511	0.393	2093	0.460
	0. 165	0.699	4.963	5.225	1596	0.404	2210	0.472
1/6	0.1667	0.704	4.998	5.255	1625	0.408	2250	0.475
	0. 170	0.712	5.055	5.306	1684	0.415	2332	0.483
	0. 175	0.725	5.147	5.386	1777	0.426	2460	0.494
	0. 180	0.738	5.240	5.468	1874	0.437	2594	0.505
	0. 185	0.750	5.325	5.542	1975	0.448	2735	0.516
	0. 190	0.762	5.410	5.617	2083	0.459	2882	0.528
	0. 195	0.778	5.488	5.685	2194	0.470	3037	0.541
1/5	0. 200	0.784	5.566	5.754	2311	0.481	3200	0.553
1/4	0. 250	0.875	6.212	6.321	3900	0.600	5400	0.675
1/3	0. 333	0.963	6.837	6.869	10400	0.837	14400	0.920

En examinant le tableau précédent, on remarque que la résistance à la rupture des projectiles creux augmente rapidement à mesure que le

rapport de l'épaisseur au calibre devient plus grand. Pour le rapport 0. 1, cette résistance est de 731 atmosphères : pour celui $\frac{1}{7}$, adopté nouvellement en Belgique, elle est de 1248 atmosphères. Pour le rapport $\frac{1}{6}$ que nous proposons pour les projectiles destinés à la défense des côtes, la résistance à la rupture augmenterait de plus d'un quart (1625 atmosphères) : enfin si on coulait les projectiles en fonte forte à canons, cette résistance irait jusqu'au double (2250 atmosphères) de celle que procure le rapport $\frac{1}{7}$ avec la fonte douce ordinaire.

Les épaisseurs aux parois doivent varier suivant la destination des projectiles. S'agit-il de tirer seulement contre les hommes ou contre le matériel de l'artillerie, les épaisseurs doivent être les plus faibles. Dans le principe le rapport des épaisseurs au calibre se rapprochait beaucoup de celui 0. 1112, qui exige la plus grande charge d'éclatement. Les bombes Cominges dont parle Saint-Remy avaient 17°, 10 lignes de diamètre et 2° d'épaisseur, ce qui donne le rapport 0. 1121 : pour les bombes de 11°, 8 lignes, de 8° et pour les obus de 6°, ces rapports étaient respectivement 0. 1140, 0. 1042, 0. 1111. Pour les grosses grenades de 5° 6 lignes, ce rapport était de 0. 09234. On conçoit effectivement que les moindres épaisseurs donnent lieu au plus grand nombre d'éclats. D'un autre côté, pour que ceux-ci soient meur-

triers, il convient qu'ils aient une certaine épaisseur. Cette dernière avait été fixée à 5 lignes pour les grenades de 4° 9 lignes, de 3° 5 lignes, de 3° 2 lignes 9 points, et de 3°, aussi les rapports de l'épaisseur au calibre ne restaient-ils pas les mêmes, et ils étaient, pour les projectiles que nous venons de désigner respectivement, 0. 0877, 0. 1220, 0. 1290, 0. 1389.

Des considérations d'un autre genre doivent régler les épaisseurs des bombes. En effet celles-ci doivent posséder une grande résistance pour ne pas se briser en traversant les massifs de terre et les charpentes, elles doivent d'ailleurs pénétrer profondément afin d'utiliser la charge explosive; enfin une certaine densité est nécessaire pour obtenir les grandes portées. Ces considérations, et la nécessité de résister au tir dans les mortiers à chambre cylindrique ou en forme de poire, ont fait augmenter les épaisseurs et adopter un culot.

Le rapport de l'épaisseur au diamètre, varie en Belgique pour les bombes et obus de 0. 1431 à 0. 1582. Les bombes pour le mortier de 0. 60 ont une épaisseur de 0. 0725 et un diamètre extérieur de 0. 5925 : le quotient du premier nombre par le second est 0.1224, à peu près le même que pour les bombes Cominges. Cette dimension était trop faible pour un mortier à chambre rétrécie. Aussi les premières bombes essayées éclatèrent-elles dans le tir, et ce ne fut qu'en les cou-

lant avec un culot, sur la proposition de M. le colonel Frédérix, qu'on les mit en état de résister.

En Autriche le rapport de l'épaisseur au diamètre ne diffère pas beaucoup de 0. 14. En France les variations sont plus considérables; pour l'artillerie de terre, on n'entrevoit pas de règle, mais il n'en est pas de même pour l'artillerie de la marine qui a pour ses projectiles creux des épaisseurs dont les rapports aux calibres ne varient qu'entre 0. 1415 et 0. 1443. En Espagne ce rapport varie entre 0. 1275 et 0. 1380 pour les bombes et entre 0. 1368 et 0. 1677 pour les obus. L'Angleterre est de toutes les puissances celle qui a les projectiles creux les plus denses. Pour les bombes de 13°, de 10° et de 8°, les rapports de l'épaisseur au diamètre sont respectivement de 0. 1698, 0. 1735 et 0. 1696. Pour les obus ce rapport ne descend pas au-dessous de 0. 1555, enfin, pour les boulets creux, il varie depuis 0. 1604 jusqu'à 0. 2282.

Nous citerons l'exemple de l'Angleterre pour faire adopter le rapport $\frac{1}{6} = 0.\ 1667$ pour l'épaisseur des projectiles creux destinés à la défense des côtes.

Lorsque les obus sont brisés dans un choc, la surface de rupture minimum a lieu suivant un grand cercle. La résistance à la rupture par une force extérieure est donc exprimée par :

$$T\,\pi\,(R^2 - r^2)$$

Si l'on veut que le projectile soit capable d'une résistance n fois plus grande, on n'aura qu'à établir l'égalité.

$$R^2 - r'^2 = n(R^2 - r^2)$$

r' étant le rayon extérieur cherché.

RÉSISTANCE

DES PIÈCES EN FONTE

AUX

DIFFÉRENTES SECTIONS DE L'AME

La ténacité de la fonte à canons est assez variable. En faisant des essais sur la résistance à la rupture par extension, on a obtenu des résultats qui variaient entre 1500 et 1900 atmosphères : on conçoit même que la ténacité puisse être diminuée par la présence accidentelle de laitiers ou de certains corps étrangers, comme aussi par la chaleur développée dans le tir. Aussi, nous paraît-il prudent de baser les dimensions des pièces de fonte, sur la résistance minimum de 1500 atmosphères.

On a généralement l'habitude d'évaluer les épaisseurs des bouches à feu en fonction du calibre :

Soient donc.

$c = 2r$ le diamètre de l'âme,

$E = n c = 2 n r$ l'épaisseur en une section quelconque,

R le diamètre extérieur à la même section,

T = 1500 la ténacité de la fonte exprimée en atmosphères,

la résistance de la section considérée, sera exprimée par la formule suivante applicable au cylindre creux :

$$T \left(\frac{R}{r} - 1 \right)$$

Si nous remplaçons R par son équivalent r, $(1 + 2n)$ cette formule devient :

$$2 n T$$

D'après cela nous avons formé le tableau suivant, qui donne la résistance d'une pièce de fonte, pour les différentes épaisseurs exprimées en fonction du calibre.

pport de l'épaisseur au calibre. Valeur de n.	Résistance à la rupture. (Atmosphères.)	Densité des gaz produits par la combustion de la poudre, nécessaire pour produire une force expansive égale à la résistance du métal.
$n = 0.25$	750	$\varphi = 0.27$
$n = 0.30$	900	$\varphi = 0.30$
$n = 0.35$	1050	$\varphi = 0.33$
$n = 0.40$	1200	$\varphi = 0.35$
$n = 0.45$	1350	$\varphi = 0.37$
$n = 0.50$	1500	$\varphi = 0.39$
$n = 0.55$	1650	$\varphi = 0.41$
$n = 0.60$	1800	$\varphi = 0.43$
$n = 0.65$	1950	$\varphi = 0.45$
$n = 0.70$	2100	$\varphi = 0.46$
$n = 0.75$	2250	$\varphi = 0.48$
$n = 0.80$	2400	$\varphi = 0.49$
$n = 0.85$	2550	$\varphi = 0.50$
$n = 0.90$	2700	$\varphi = 0.52$
$n = 0.95$	2850	$\varphi = 0.53$
$n = 1.00$	3000	$\varphi = 0.54$
$n = 1.05$	3150	$\varphi = 0.55$
$n = 1.10$	3300	$\varphi = 0.56$
$n = 1.15$	3450	$\varphi = 0.57$
$n = 1.20$	3600	$\varphi = 0.58$
$n = 1.25$	3750	$\varphi = 0.59$

D'après M. Piobert la tension des gaz pris à la mière pour la charge au tiers varie généralement tre 1800 et 2200 atmosphères, elle peut même

aller jusqu'à 2450 atmosphères. L'épaisseur à la culasse variant entre 1 et 1.25 de calibre, il en résulte des résistances de 3000 à 3750 atmosphères. Les bouches à feu de fonte ne possédant qu'un faible excès de résistance, c'est avec raison que dans les canons à bombes, les chambres sont calculées de manière à offrir un grand espace à la détente des gaz.

Le bronze ayant une ténacité deux fois plus grande que celle de la fonte, on peut déterminer les diamètres extérieurs, de manière que des bouches à feu de même calibre, mais de métaux différents, offrent la même résistance.

Conservons aux lettres R, r, E, T la même signification que précédemment pour le bronze, accentuons-les pour la fonte et posons en outre :

$$T = 2\,T'$$

Pour qu'il y ait égalité de résistance pour une même section de l'âme dans les deux bouches à feu, on doit avoir l'équation de condition

$$2\,T'\left(\frac{R}{r} - 1\right) = T'\left(\frac{R'}{r} - 1\right)$$

On en déduit :

$$\frac{R'}{r} = 2\,\frac{R}{r} - 1$$

Puis :

$$E' = E$$

Ainsi les épaisseurs doivent être doublées.

Les pièces de fonte comparées à celles en bronze, sont loin de satisfaire à cette condition, et nous croyons toujours qu'il est peu prudent de chercher encore à diminuer les épaisseurs des premières.

MOYEN

POUR

FIXER LES FUSÉES MÉTALLIQUES

A L'ŒIL D'UN PROJECTILE.

Il est reconnu que les fusées métalliques sont les meilleures pour les projectiles creux. Il n'y a guère qu'elles qui puissent être logées dans l'épaisseur du métal de manière à ne pas faire saillie à la surface extérieure. Parmi les moyens en usage, il y en a qui sont très-efficaces pour certaines spécialités de fusées : nous nous dispenserons de les citer. La grande variété des essais qui ont été entrepris, prouve l'importance et la difficulté du problème : c'est ce qui nous engage à faire connaître un mode d'attache qui, modifié convenablement, peut servir à *toute espèce de fusée.*

Supposons que la fusée soit cylindrique, et puisse être logée dans l'épaisseur de l'œil.

On fraise l'œil au diamètre et à la profondeur nécessaires : on creuse au milieu de la hauteur du cylindre une rainure *a b c d* (fig 1), haute de 0 m. 004, et profonde de 0 m. 0025.

On prend une bandelette A B C D (fig. 2) en cuivre rouge et recuit épaisse de 0 m. 0005 ayant une saillie propre à entrer dans la rainure *a b c d* de l'œil (fig. 1) et ayant pour longueur le périmètre de la fusée.

On enroule la bandelette, en laissant la saillie au dehors, puis on l'introduit dans l'œil ; avec l'embouchoir (fig. 5) on développe la lamette suivant le périmètre de l'œil, en même temps qu'on force la saillie à se loger dans la rainure. On place ensuite sur la table une rondelle de feutre ou de drap enduite d'un corps gras. Ceci a pour objet d'empêcher l'humidité ou les gaz enflammés de pénétrer dans l'intérieur du projectile.

Cela fait, on engage la fusée dans l'œil : elle doit pouvoir entrer facilement. Lorsqu'elle est à fond, on la fixe en repliant le bord supérieur de la lamette de cuivre, et en refoulant à l'aide d'une presse ou au moyen de coups de maillet.

Nous avons constaté la solidité de ce système en chassant la fusée par une broche sur laquelle on frappait à coups de marteau. Une ouverture pratiquée dans la partie de l'obus opposée à l'œil,

permettait l'introduction de la breche et son
plication contre la fusée. Celle-ci était consta
ment hors de service lorsqu'elle se détachait
projectile : ce qui prouvait que le mode d'atta
était aussi solide que la fusée elle-même.

TENSIONS DES GAZ

QUE PRODUISENT

DIFFÉRENTES CHARGES DE POUDRE DANS LE CANON DE 12.

Les épaisseurs d'un canon de calibre quelconque doivent varier en même temps que la charge que l'on se propose d'employer. Nous allons essayer de déterminer quelles doivent être ces variations pour le canon de 12 liv. de campagne, pour des charges de poudre pesant respectivement la moitié, le tiers, le quart, le cinquième et le sixième du poids du boulet.

On admet généralement que pour la charge au tiers, la tension maximum des gaz a lieu lorsque le boulet s'est déplacé d'un demi-calibre. On suppose également que la densité des gaz formés dans

ce moment est de 0, 38, et que la durée de la combustion est les 0, 2 de celle de la combustion d'un grain de poudre. Comme il ne s'agit ici que des résultats moyens, nous n'introduirons dans nos calculs que les chiffres qui s'y rapportent.

Soient :

P le poids d'une charge de poudre,

δ la densité absolue de la galette,

t la durée de la combustion (en supposant toute la charge enflammée en même temps) depuis l'origine du mouvement jusqu'à une position quelconque du projectile dans l'âme de la pièce,

t' la durée moyenne de la combustion d'un grain de poudre,

V' le volume du vide de l'âme en arrière du projectile, dans la position considérée,

R le rayon moyen d'un grain de poudre,

r le rayon du noyau restant de poudre après un temps t de combustion.

Il résulte des expériences de M. Piobert, que la combustion de la poudre a lieu d'une manière uniforme, et par couches d'égales épaisseurs pour des temps égaux : d'après cela : $t' - t$, étant le temps nécessaire pour la combustion du noyau du rayon r, on aura la proportion :

$$r : R = t' - t : t' \quad \text{d'où}$$

$$r = R\left(1 - \frac{t}{t'}\right) \quad (1).$$

Le volume de poudre brûlée appartenant au,

grain de rayon R, sera la différence de deux sphères de rayons R et r; il sera exprimé par :

$$\frac{4}{3}\pi\left\{R^3-r^3\right\}=\frac{4}{3}\pi R^3\left\{1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3\right\} \quad (2)$$

Le rapport du volume de poudre brûlée au bout du temps t au volume primitif du grain sera :

$$\frac{\frac{4}{3}\pi R^3\left\{1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3\right\}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3$$

Si l'on considère une charge P, l'espace réellement occupé par les grains qui la composent sera $\frac{P}{\delta}$: et au bout du temps t, le volume de la charge brûlée sera :

$$\frac{P}{\delta}\left\{1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3\right\} \quad (3)$$

et le poids de la partie brûlée de la charge sera :

$$P\left\{1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3\right\} \quad (4)$$

Le volume de la partie de la charge P réellement occupée par les noyaux restant de grains après un temps t de combustion, sera la différence entre le volume primitif et le volume de la partie brûlée des grains, il sera donc :

$$\frac{P}{\delta}-\frac{P}{\delta}\left\{1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3\right\}=\frac{P}{\delta}\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3 \quad (5)$$

La densité φ des gaz provenant de la combustion d'une charge P de poudre au bout du temps

t, se trouvera en divisant le poids de la brûlée de la charge

$$P\left\{1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3\right\} \quad (4)$$

par le volume du vide en arrière du projecti minuée du volume

$$\frac{P}{\delta}\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3 \quad (5)$$

réellement occupé par les noyaux restant des non brûlés.

On a donc :

$$\varphi=\frac{P\left\{1-\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3\right\}}{V'-\frac{P}{\delta}\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3} \quad (6)$$

Lorsque l'on place des charges de poud fond de l'âme, il existe toujours du vide entr taines parties de la gargousse, et les parois pièce, de même que vers la partie postérieu projectile. D'après cela nous supposerons q densité relative de la charge est 0, 8.

Voici actuellement les données du calcul tension maximum des gaz pour la charge au

$P = 2$ kilogrammes,

$\frac{t}{t'} = 0.2$,

Le calibre de la pièce 1. 213 décimètres,

L'aire de la section de l'âme = 1. 155 déci carrés,

$\delta = 1.52$ densité absolue moyenne de la poudre,

$\frac{p}{0.8} = 2.50$ décimètres cubes. Volume occupé par la charge de poudre,

$\frac{p}{\gamma} = 1.31$ volume réellement occupé par les grains de poudre,

$1.155 \times 0.606 = 0.7$ décimètres cubes : volume du vide de l'âme correspondant à un demi-calibre de longueur.

$V' = 2.50 + 0.7 = 3.2$ volume du vide en arrière du projectile après 1/2 calibre de déplacement.

$$\left(1 - \frac{t}{t'}\right)^3 = (0.8)^3 = 0.512.$$

Substituant toutes ces valeurs dans l'équation (6) il vient :

$$\varphi = \frac{2 \times 0.488}{3.2 - 1.31 \times 0.512} = 0.381$$

Nous pouvons actuellement déterminer la tension des gaz lorsque le projectile s'est déplacé d'un demi-calibre, pour les différentes charges :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6} \text{ du poids du boulet.}$$

Si nous supposons que le temps t que met le projectile à parcourir un demi-calibre est le même pour toutes les charges, nous commettrons certainement une erreur. Mais remarquons cependant que le premier effort instantané de la poudre doit être le même quelle que soit la charge, et que les différences entre les impulsions primitives ne de-

viennent plus considérables qu'à mesure que l
placement du projectile est plus grand.

En supposant donc que le temps t est le i
dans ces différentes hypothèses, les résultats
quels nous parviendrons seront trop forts po
charges plus grandes que $\frac{1}{3}$, puisque le proj
mettra moins de temps à parcourir un den
libre, et trop faibles pour les charges inférieu
tiers, puisque le projectile mettra plus de te
parcourir la même longueur de l'âme. En f
donc cette réserve, nous avons dressé le ta
suivant.

Tableau de la densité et de la tension des gaz pour férentes charges, après un déplacement initial d'un calibre. La durée de ce déplacement étant supposée la

CHARGES		Densité des gaz. Valeurs de φ	Tension des gaz. (Atmosphères.)	Vites ti
En partie aliquote du poids du boulet.	En kilogrammes.			
1/2	3	0.413	1669	
1/3	2	0.381	1421	
1/4	1.50	0.345	1178	
1/5	1. 2	0.318	1017	
1/6	1	0.298	909	

Les tensions des gaz ont été déterminé
interpolation au moyen du tableau que

avons donné note 3ᵉ. Nous avons déjà vu quelles sont les tensions minima des gaz pour des charges inférieures au $\frac{1}{3}$ et celles maxima pour des charges supérieures à $\frac{1}{3}$. Tous ces résultats étant considérés comme des moyens de comparaison relatifs aux efforts produits dans le tir avec la charge au $\frac{1}{3}$. Nous allons actuellement déterminer les autres limites par l'hypothèse suivante. Si nous admettons que les temps nécessaires pour le parcours du premier demi-calibre, sont en raison inverse des vitesses initiales, nous aurons des temps qui seront trop longs, pour les petites charges, et qui introduits dans la formule (6) conduiront à des densités trop fortes, ces temps seront d'ailleurs trop courts pour les fortes charges, et conduiront pour celles-ci à des densités trop faibles. De ces diverses densités on pourra calculer les tensions correspondantes, qui formeront avec celles données au tableau précédent, les limites entre lesquelles doivent se trouver les tensions réelles des gaz.

D'après ces considérations nous avons formé le tableau ci-après.

CHARGES		VALEURS de $\frac{t}{t'}$	VALEURS de $\left(1-\frac{t}{t'}\right)^3$	VALEURS de φ	VALEURS de la tension des gaz.	VALEURS DES TENSIONS produites par les différentes charges rapportées à celle relative à la charge au 1/3 prise comme unité.
En partie aliquote du boulet.	En kilogrammes.					
1/2	3	0.195	0.522	0.406	1612	1.134
1/3	2	0.200	0.512	0.381	1421	1.000
1/4	1.5	0.212	0.489	0.358	1262	0.888
1/5	1.2	0.226	0.464	0.343	1167	0.821
1/6	1	0.244	0.437	0.338	1133	0.799

D'après ce tableau on s'explique pourquoi les épaisseurs maxima de canons à bombes dont les charges ordinaires sont le $\frac{1}{3}$ en poids de celui du projectile varient généralement entre 0. 8 et 0. 9 de calibre.

Quoi qu'il en soit, tous ces résultats de calculs ne doivent être considérés que comme des moyens d'établir une comparaison entre les tensions produites par les différentes charges et nullement comme les exprimant exactement. Espérons que l'appareil électro-balistique de M. Navez nous permettra de déterminer un jour pour les vitesses variables des projectiles à mesure qu'ils occupent différentes positions dans l'âme : on pourra en conclure les temps qui se sont écoulés depuis l'ori-

gine de l'inflammation jusqu'à celui correspondant à un déplacement quelconque du projectile : il sera possible alors de calculer avec quelque chance de succès les tensions moyennes des gaz développés et par suite les épaisseurs des bouches à feu.

Fig. 1

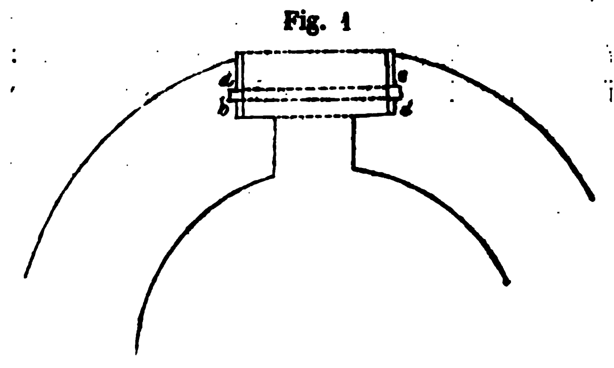


Fig 3. Fig. 2

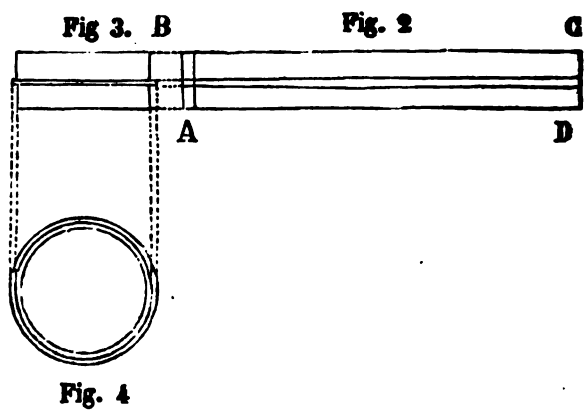


Fig. 4

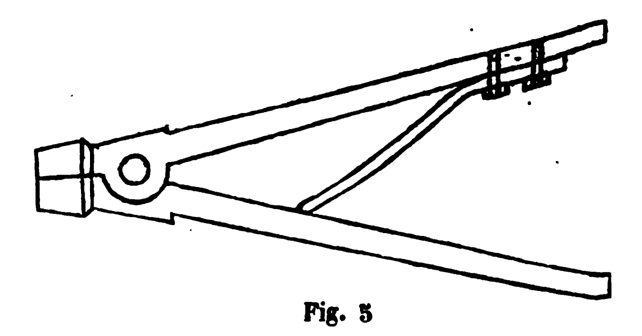


Fig. 5

EXPOSÉ SUCCINCT

D'UNE

BALISTIQUE NOUVELLE

DONNANT LES MOYENS

DE DÉDUIRE DU TRACÉ D'UNE TRAJECTOIRE RÉELLE,
LES VITESSES DU PROJECTILE ET
LES RÉSISTANCES CORRESPONDANTES DE L'AIR;

DE CALCULER TOUTES
LES CIRCONSTANCES DE SON MOUVEMENT POUR LA LOI
DES RÉSISTANCES TROUVÉES.

PAR J.-F.-G. MALLAT,
Ingénieur civil.

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES
INDISPENSABLES.

La gravité sera exprimée par un et par conséquent disparaîtra des calculs dans lesquels elle entre comme facteur. Ainsi les calculs seront simplifiés. Pour qu'il fût possible d'exprimer la gravité par un, il a fallu changer l'unité de temps. La nouvelle unité sera la *métronde*. Elle est égale à la seconde divisée par la racine carrée du double de mètres que parcourt dans la première seconde de sa chute un corps pesant obéissant à la gravité dans le vide. — Les vitesses seront exprimées en mètres par métronde. — Les espaces parcourus seront exprimés en mètres. — La résistance de l'air sera toujours exprimée en poids du projectile.

Déduire du tracé d'une trajectoire réelle, pour un point quelconque de cette courbe, la vitesse du projectile et la résistance de l'air correspondante.

L'énoncé de la question suppose avec raison que l'on n'a pas l'équation de la trajectoire; mais, comme l'on ne demande que ce qui se passe en un point quelconque de cette courbe, il est évident que les données nécessaires pour résoudre le problème, ne devront être prises que dans l'arc auquel appartient le point en question. On pourra donc substituer, par la formule d'interpolation, un arc parabolique à l'arc de la trajectoire, de manière à ce qu'ils aient assez de points communs pour se confondre, et à ce que le point, pour lequel on veut connaître vitesse et résistance, se trouve, pour plus d'exactitude, au milieu des deux arcs.

Soit (fig. 1re) AB la vitesse horizontale du projectile et BC = BE sa vitesse verticale. AE, hypothénuse du rectangle formé avec ces vitesses, sera en direction et grandeur sa vitesse absolue. Soit BEF la ligne qui représentera les temps ; les espaces horizontalement et verticalement parcourus seront représentés chacun par l'aire de la courbe qui aurait la ligne des temps pour abscisses et les vitesses respèctives du parcours pour ordonnées. Au bout d'un très petit instant BB', la vitesse absolue perdra par la résistance une portion de sa vitesse. Les vitesses, horizontale et verticale, en perdront donc par la même cause une portion aussi; ces vitesses, abstraction faite de la gravité, deviendront A'B' et B'C' de manière à

avoir AB : BC : : A'B' : B'C'. Mais la gravité diminue la vitesse verticale d'autant de mètres B'D que BB' contient de métronde ; (voir p. 1.) de sorte que B'C' devient DC'. Pour l'instant précédent BB'' égal à BB', on trouverait qu'il faut qu'on ait la proportion AB : BC : : A''B'' : B''C'' et qu'au commencement la vitesse horizontale étant A''B'', la vitesse verticale doit être B''C'' augmentée de D'B'' à cause de la gravité.

Soit H mètres la valeur de l'espace horizontal représenté par le trapèze A'A''B''B', et V mètres l'espace vertical correspondant, représenté par le trapèze DD'C''C'. Soit la vitesse A''B'' = u mètres par métronde ; celle A'B' $= ru$, celle D'C'' $= su$ et celle DC' $= s'ru$; enfin le temps B''B' = T métrondes. On a

$$H=\frac{u+ru}{2}T$$

et

$$V=\frac{su+s'ru}{2}T;$$

On tire

$$T=\frac{2H}{u+ru}$$

ce qui fait que l'on a

$$V=\frac{(su+s'ru)H}{u+ru}=\frac{sH+s'rH}{1+r}$$

d'où

$$r=\frac{\frac{sH}{V}-1}{-\frac{s'H}{V}+1}$$

Ainsi r, rapport des deux vitesses horizontales pour

Du calcul de la trajectoire et de toutes les circonstances du mouvement du projectile, quelle que soit la loi de résistance de l'air.

Nous supposerons qu'après avoir déterminé les vitesses et résistances numériques correspondantes du projectile, on ait construit une courbe avec les vitesses pour abscisses et les résistanees pour ordonnées, que cette courbe étant alors convenablement divisée en arcs successifs, on ait pour chaque arc, à l'aide de la formule d'interpolation, assujetti une courbe parabolique à passer par un nombre suffisant de points; cette opération nous aura donné, pour chaque arc, une fonction de la vitesse suivant laquelle la résistance a lieu; et si une seule fonction ne peut représenter d'une manière générale la loi des résistances, nous aurons du moins cette loi par portions successives, au pis aller; mais alors nous serons assujettis à calculer la trajectoire par arcs successifs, chacun d'eux de telle à telle vitesse extrême appartenant à la même fonction.

Au lieu de nous proposer de trouver l'équation directe de la trajectoire, nous nous proposerons de trouver les conditions du mouvement du projectile, en séparant ce qui est relatif à son mouvement horizontal de ce qui est relatif à son mouvement vertical. Ainsi nous aurons le calcul de deux courbes à faire simultanément, elles auront des abscisses communes qui représenteront les temps; les ordonnées de la courbe du mouvement horizontal seront les vitesses horizontales successives du projectile, et celles de la

courbe du mouvement vertical seront ses vitesses verticales. Les aires de ces deux courbes seront donc pour la première l'espace horizontalement parcouru, pour la seconde l'espace verticalement parcouru; c'est pour cette raison que nous appellerons ces courbes *coordonnatrices*.

Si nous nommons u la vitesse horizontale initiale, c'est-à-dire lorsque le temps t est égal à zéro; v la vitesse verticale initiale, et u', v' ces mêmes vitesses lorsqu'on donne à t une valeur; nous aurons (théorème de Taylor) les deux équations

$$u' = u + \frac{du}{dt}\frac{t}{1} + \frac{d^2u}{dt^2}\frac{t^2}{1.2} + \frac{d^3u}{dt^3}\frac{t^3}{1.2.3} + etc.$$

et

$$v' = v + \frac{dv}{dt}\frac{t}{1} + \frac{d^2v}{dt^2}\frac{t^2}{1.2} + \frac{d^3v}{dt^3}\frac{t^3}{1.2.3} + etc.$$

R force négative, étant la résistance en poids du projectile due à la vitesse absolue w, qui a lieu en même temps que u et v; on procédera aux différenciations en faisant

$$du = R\frac{u}{w}dt,$$

$$dv = \left(R\frac{v}{w} - 1\right)dt.$$

Le premier des deux termes entre parenthèses est dû à la résistance de l'air, le second est dû à la gravité. Pour d'autres différenciations, on mettra avant, à la place de R, la fonction de w qui représente la résistance, et on fera les différenciations en mettant pour dw sa valeur,

$$\left(\text{R} - \frac{v}{w}\right)dt;$$

le second de ces deux termes entre parenthèses, est la portion de gravité qui se fait sentir sur la vitesse absolue. Il est bien entendu que v devient négative si le projectile va en descendant. Après les différenciations, les coëfficients différentiels seront remplacés par des coëfficients numériques; on pourra savoir alors, au bout d'un temps t, quelles sont les vitesses (horizontale et verticale) du projectile, puis, qu'elle est sa vitesse absolue, quel est l'angle de sa direction. Pour savoir quels sont les espaces horizontalement et verticalement parcourus, il n'y aura qu'à carrer chacune des portions de l'aire des courbes, correspondante à t.

Indépendamment de ce que déjà on est astreint à ne pas dépasser une vitesse qui sorte de l'expression de résistance qui a servi aux différenciations, il faut de plus, sauf le cas d'une résistance proportionnelle à la simple vitesse, car alors les séries sont des logarithmiques, que t soit pris assez petit pour que l'on obtienne des séries convergentes. Comme après le calcul d'un arc on connaît la position nouvelle du projectile dans l'espace, sa direction et sa vitesse à la fin de cet arc, on peut continuer les calculs d'arcs en arcs successifs, en changeant, s'il le faut, la fonction qui représente la résistance.

Construction graphique des courbes coordonnatrices *au moyen desquelles on obtient toutes les circons-*

tances du mouvement d'un projectile, quelle que soit la loi de résistance de l'air.

Soit (fig. 2) AB la vitesse verticale initiale du projectile, BC sa vitesse horizontale correspondante. BD étant la ligne des temps, il s'agit de tracer les deux courbes coordonnatrices AMGK, COLI. Pour cela nous connaissons plusieurs choses : les deux vitesses, verticale et horizontale étant connues, la vitesse absolue est connue; partant, la résistance qui correspond à cette vitesse l'est aussi, si, ce qu'on doit faire préalablement, on a construit une table donnant les vitesses et les résistances correspondantes du projectile. Nous pourrons donc avoir

$$T = \frac{w}{-R};$$

w étant la vitesse absolue, R la résistance correspondante en poids du projectile et T le temps qu'il faudrait à R, si elle était constante, pour réduire w à zéro sans la gravité. La vitesse horizontale serait aussi réduite à zéro dans le même temps T ; donc, comme cette vitesse ne sent pas directement l'influence de la gravité, si nous prenons sur la figure BE = T métrondes, (voir p. 1.) CE sera tangente à la courbe COLI en C. Pour la vitesse AB, comme cette vitesse supporte la gravité tout entière qui est ici une force de même signe que la résistance de l'air, le temps T' nécessaire pour l'anéantir sera plus petit que T et sera égal à

$$\frac{v}{\frac{v}{T} + 1};$$

v étant la vitesse verticale à anéantir; de sorte que si sur la figure nous faisons BF égale à T' métrondes (voir p. 1re), AF sera en A tangente à la courbe AMGK. Nous savons encore qu'au sommet de la trajectoire la vitesse verticale sera zéro; mais comme la gravité détruit toujours ou engendre un mètre de vitesse par métronde, il est certain que la courbe du mouvement vertical coupera la ligne des temps avec l'inclinaison de 45 degrés ou toute autre inclinaison connue, si l'échelle pour les mètres de vitesse n'était pas la même que pour les métrondes. Dans les environs de ce point, nous pourrons donc mener plusieurs parallèles rapprochées, inclinées sur BD de 45°; l'une d'elles devra être tangente à la courbe du mouvement vertical ou parallèle très proche de cette tangente. Outre tout cela, nous savons que si DH, distance entre les parallèles DB et HH', est la vitesse à laquelle le projectile éprouve juste la résistance égale à son poids, nous savons, dis-je, que cette vitesse ne sera atteinte qu'à l'infini dans la branche descendante; par conséquent HH' est une asymptote pour la courbe du mouvement vertical. Ainsi nous pouvons déjà approximativement mener la courbe AMGK, aidé par la tangente AF, par la connaissance de l'inclinaison de cette courbe au moment où elle coupe la ligne des temps BD et par sa direction presque parallèle à HH' et très proche de cette ligne lorsqu'elle arrive en K.

Quant à la courbe du mouvement horizontal, nous savons qu'au point D, le projectile ayant alors une

direction presque verticale et une vitesse absolue limitée, la vitesse horizontale sera très petite, et que, par conséquent, la courbe passera en I, très près de la ligne des temps qu'elle ne rencontrera qu'à l'infini; nous pourrons donc approximativement tracer la courbe COLI en la faisant tangente en C, à la droite CE, la rapprochant de la ligne des temps d'une quantité de plus en plus petite, de manière à arriver en I très près de cette ligne, presque parallèlement à elle et pour ne la rencontrer qu'à l'infini, BD étant encore une asymptote. Ces conditions générales étant connues, on s'en servira pour rectifier simultanément de proche en proche les deux courbes. Ainsi, l'hypothénuse du rectangle fait avec les vitesses correspondantes MN, NO, sera la vitesse absolue correspondante; la table dont nous avons parlé nous indiquera la résistance correspondante à cette vitesse absolue; et par une opération semblable à celle faite avec les vitesses AB et BC, nous vérifierons si les tangentes aux courbes par les points M et O sont conformes aux résistances attribuables aux vitesses MN et NO. Si elles n'y sont pas conformes, nous ferons les rectifications convenables, c'est-à-dire, telles que nous obtenions, pour chaque point essayé, que la tangente à la courbe soit celle que donnerait la résistance connue, attribuable à la vitesse qui est l'ordonnée de la courbe en ce point. Et puisque notre solution comporte la généralité la plus grande, nous ajouterons qu'on aura soin de faire ces vérifications surtout pour les points singuliers de la résistance, s'il y avait des points

singuliers dans la courbe des résistances de l'air.

Ainsi, au moyen des abscisses de ces courbes pour les temps, de leurs ordonnées pour les vitesses respectives horizontales et verticales, des résultantes de ces vitesses simultanées pour les vitesses absolues, de l'inclinaison sur la vitesse horizontale de la vitesse absolue résultante pour l'inclinaison de la direction du projectile, des tangentes aux courbes pour les résistances attribuables aux vitesses respectives, des aires des courbes, faciles à mesurer, pour les coordonnées de la trajectoire, etc., on pourra avoir toutes les circonstances du mouvement du projectile. Chose remarquable, on aura ainsi une épure, non de la trajectoire même; mais, ce qui vaut mieux, une épure de toutes les circonstances du mouvement du projectile; car, chacune d'elles sera représentée par des lignes, ou des surfaces, ou des tangentes ou des résultantes, etc., de manière à ce que chaque circonstance, pour un point quelconque, sera visible à l'œil.

Avec un peu de pratique on arrivera à tracer ainsi correctement et promptement les courbes en question, qui seront alors telles qu'en tous les points l'attraction et la résistance fonctionneront d'une manière si conforme aux lois de la nature, que les erreurs de construction se réduiront à des quantités pratiquement inappréciables. Si on a des tables de tir à construire, il sera bon pour s'aider d'un travail déjà fait, que celui qui lui succède soit celui de tous ceux qu'on a à faire encore qui lui ressemble le plus.

L'extrême simplicité de la méthode par laquelle

nous venons de traiter de la manière la plus générale une des questions les plus ardues de la science, est un mérite que sauront apprécier les personnes qui savent qu'avec les calculs les plus pénibles on n'aurait pas pu jusqu'à présent même tenter d'approcher de l'exactitude sur laquelle elle nous permet de compter (voyez pages 12, 13 et 14, *de discussions relatives à des découvertes, etc.*) L'économie du temps est encore un des avantages remarquables de notre méthode; enfin, elle est à la portée des personnes ayant des connaissances mathématiques peu étendues, et peut être, d'ailleurs, fort utile aux personnes que ces calculs rebutent toujours et qu'il faudrait faire soit par la méthode que nous avons d'abord exposée, soit par celle préférable dont nous allons nous occuper.

Autre méthode de calcul de la trajectoire donnant également toutes les circonstances du mouvement du projectile d'une manière rendue extrêmement exacte par un calcul supplémentaire.

Soient (fig. 3.) AB la vitesse verticale AC la vitesse horizontale d'un projectile lancé dans le vide. Pendant le premier moment AL, le projectile, à cause de la gravité, perdra de sa vitesse verticale la quantité BJ'; mais supposons que la gravité, au lieu d'agir d'une manière continue, agisse par efforts subits tels qu'elle fasse perdre subitement au projectile BJ moitié de BJ', puis qu'elle soit sans influence sur la vitesse verticale pendant tout le temps AL, et que tout-à-coup, à la fin de ce temps, elle lui fasse per-

dre subitement l'autre moitié IK = JJ'. On voit que, soit que la gravité ait agi avec continuité, soit qu'elle ait agi par deux secousses; le rectangle JALI égalant le trapèze BALK, et l'espace horizontalement parcouru ne changeant pas; on voit, dis-je, que le projectile après le temps AL, se trouve dans l'espace à la même place, que la vitesse LK est la même ainsi que la direction du projectile; ainsi le mouvement du projectile n'est pas modifié, ne considérant que les deux points extrêmes du petit espace parcouru. Mais si l'on considère les points intermédiaires, on voit pour le cas des efforts subits, que, pendant tout le trajet, le rapport des vitesses horizontales et verticales ne change pas; puisque ces vitesses AC, AJ ne changent pas en devenant LC', LI; on conclut que le projectile parcourt une ligne droite et que, par conséquent, au lieu de parcourir l'arc de la trajectoire, il n'en suit que la corde, mais très exactement, et de manière à parcourir ensuite la même fin de trajectoire qu'il eût suivie si l'attraction eût été toujours naturelle. Ce que nous avons dit pour le temps AL, nous pourrions le dire pour un temps suivant égal; de sorte que si les choses se continuent ainsi, le projectile suivra la même trajectoire que celle qu'il parcourrait sous l'influence ordinaire de la gravité; seulement il ne sera dans la trajectoire normale qu'aux points extrêmes des arcs dont il parcourt les cordes.

Pour le cas d'une trajectoire dans un milieu résistant, nous ferons agir l'attraction par secousses,

comme nous venons de le faire pour le cas dans le vide; au lieu d'arcs de trajectoires, nous n'aurons alors à calculer que des cordes ou lignes droites; et comme la gravité est censée ne pas agir au moment où le projectile parcourt les cordes, il s'ensuit que les calculs du mouvement rectiligne du projectile une fois faits, seront applicables à toutes les directions du projectile; on est donc amené à calculer des tables *préparatoires.* Ces tables, pour première colonne, contiendront avec leurs différences successives, les vitesses successives du projectile qui ont lieu dans l'air, supposons de dixième en dixième de métronde. Vis-à-vis, dans la seconde colonne, se trouveront, avec leurs différences successives, les vitesses correspondantes à celles de la première colonne qui ont lieu après, supposons une métronde; sur une troisième colonne se trouveront, toujours avec leurs différences successives, les espaces correspondants qu'a parcourus le projectile pendant une métronde pour passer de la vitesse de la première colonne à celle de la seconde; la connaissance des vitesses et résistances numériques correspondantes permettant toujours, comme nous l'avons vu précédemment, de représenter la résistance de l'air par des fonctions partielles et successives de la vitesse; et ces fonctions devant toujours être rationnelles, les calculs des tables en question seront possibles, parce que les équations différentielles du mouvement rectiligne du projectile

$$dt = \frac{dw}{F(w)}$$

et

$$wdt = \frac{wdw}{F(w)}$$

seront toujours intégrables.

Soient donc (fig. 4) les lignes AB et BC perpendiculaires l'une sur l'autre; faisons-leur représenter les vitesses verticale et horizontale du projectile. Si nous voulons calculer des cordes successives de trajectoire employant une métronde de temps; voici comment nous indiquerons les calculs à faire : une première secousse subite de la gravité fera perdre à la vitesse verticale AB une quantité AA' = 1/2 mètre, il restera la vitesse A'B, la vitesse horizontale BC n'aura pas changé et la vitesse absolue résultante de ces deux dernières sera A'C; les tables préparatoires nous diront qu'une vitesse du nombre de mètres A'C devient après une métronde de parcours, une vitesse qui n'a plus qu'un nombre de mètres A''C', et comme le projectile a parcouru une ligne droite, le rapport des vitesses verticale et horizontale n'aura pas changé, par conséquent A''C' sera, sur la figure, parallèle à A'C, (construction qui indique les calculs simples à faire pour connaître A''B et BC'). Mais à la fin de la métronde doit avoir lieu l'autre secousse subite de l'attraction, qui retranchera brusquement de A''B un autre demi-mètre de vitesse A''D; la vitesse verticale ne sera donc plus que de DB et la vitesse horizontale de BC'. Ces deux dernières vitesses détermineront la tangente à la trajectoire par l'extrémité du premier arc ainsi que la vitesse absolue en ce point. La direction de la corde étant connue par le rapport des vi-

tesses A'B, BC, et sa longueur par le nombre de la troisième colonne des tables correspondant à la vitesse A'C, il s'ensuit qu'on saura quel point occupe dans l'espace le projectile après avoir parcouru la première corde; et l'on pourra calculer les cordes suivantes de la même manière et comme on le voit figuré pour la seconde corde. Pour continuer les calculs, deux secousses successives telles que A''D et DD' se confondront en une seule, on pourra donc d'un seul coup retrancher A''D' égale à un mètre.

Pour la branche descendante de la trajectoire, la représentation des calculs se trouverait de l'autre côté de CB sur BF; là l'attraction augmenterait la vitesse verticale devenue négative. Telle est la marche pour calculer la trajectoire par la méthode que nous appelons par secousses. La figure dont nous nous sommes servi pour indiquer l'enchaînement des opérations, suffit pour faire comprendre, que pour aller plus vite, on pourrait se borner aux opérations graphiques au lieu de faire les calculs qu'elles représentent.

Notre but, avons-nous dit, était de faire parcourir au projectile les cordes des arcs successifs de sa trajectoire; mais nous devons reconnaître que les choses ne se passent pas ainsi rigoureusement dans l'air comme dans le vide; parce que le projectile qui parcourt la corde parcourt un chemin un peu moins grand que l'arc, il doit s'ensuivre que la résistance le retarde un peu moins dans la corde que dans l'arc. Nous allons donner le moyen de neutraliser, par une correction, l'erreur commise.

A la table préparatoire dont nous avons indiqué la construction, laquelle nous permet de calculer les cordes employant une métronde de temps, nous pouvons bien adjoindre une table analogue pour le calcul de la trajectoire par arcs employant deux métrondes; puis une autre table pour le calcul par arcs employant quatre métrondes, etc. Ces nouvelles tables seront construites promptement à l'aide de la première. Avec elles nous pourrons calculer la même trajectoire par arcs successifs d'une métronde, puis par arcs successifs de deux métrondes, puis encore par arcs successifs de quatre métrondes, etc. Si après cela nous nous figurons une courbe ayant pour ordonnées les résultats définitifs et de même genre obtenus par chaque calcul, et que ces ordonnées correspondent à des abscisses ayant pour valeur le nombre de métrondes de durée des cordes du calcul qui a produit le résultat définitif, nous aurons (fig. [illegible]) une courbe FED dont les ordonnées CF, BE, AD seront les résultats de même genre obtenus chacun par des calculs de cordes successives employant respectivement par cordes CG, BG, AG métrondes. Ainsi, si un calcul avait été fait en procédant par cordes employant chacune un temps infiniment petit, le résultat obtenu aurait dû être porté sur l'abscisse infiniment petite ou zéro au point G, et là l'ordonnée serait évidemment celle représentant le résultat parfaitement exact. Comme on ne peut faire ce calcul, on peut prolonger l'arc FED pour déterminer l'ordonnée extrême GG'; mais ce doit être avec la con-

dition qu'en G' il lui sera perpendiculaire, parce que l'accroissement d'exactitude doit devenir insensible lorsqu'on arrive à l'exactitude parfaite. On obtiendra GG' par le calcul d'une parabole qui remplira ces conditions. Cette parabole ne nous donnera pas avec une exactitude rigoureuse la valeur de GG', mais corrigera la presque totalité de l'erreur déjà petite du résultat AD, de sorte que le résultat définitif obtenu sera d'une exactitude presque parfaite.

La courbe de correction s'applique à toute espèce de résultats du même genre; on pourra donc faire successivement la correction correspondante sur toutes les circonstances différentes du mouvement du projectile, sur l'espace horizontalement parcouru, sur l'espace verticalement parcouru, sur la vitesse horizontale de chute, sur la vitesse verticale de chute, etc.; enfin, sur toutes les autres circonstances du mouvement qui en découlent, telles que la vitesse absolue de chute et l'angle de chute.

La parabole la plus simple qu'on puisse mener sera celle du second degré; pour la déterminer, deux ordonnées seulement de la courbe de correction suffiront, à cause de la condition à remplir, que l'ordonnée extrême cherchée soit perpendiculaire à la courbe. Ce sera donc assez de faire deux fois le calcul de la même trajectoire par arcs successifs, en changeant le temps des cordes successives au second calcul. Pour le plus grand nombre de cas usuels, le calcul de trois cordes seulement suffira : une corde pour le premier calcul de la trajectoire, puis deux cordes pour le second. Rien n'est plus simple d'ail-

leurs, avec les tables préparatoires dont nous avons indiqué la construction, que la marche des opérations, pour ainsi dire mécaniques, par lesquelles on obtient à la fois toutes les circonstances de mouvement destinées à servir d'ordonnées à la courbe de correction.

Il n'est pas besoin de dire que l'exactitude des calculs augmentera avec le nombre de cordes calculées. A cause de son exactitude, cette méthode conviendra surtout à la construction des tables de tir, pour lesquelles il faut obtenir beaucoup de points d'une même trajectoire, et les obtenir exactement.

Il est une foule de moyens, de procédés, dans la description desquels il serait trop long d'entrer ici, et qui sont d'ailleurs si simples que chacun pourra facilement les trouver. Ainsi il est évident, si la courbe des résistances de l'air contient des points singuliers, et si l'on tient à la plus grande exactitude possible, qu'on devra calculer séparément les arcs de trajectoire employant les résistances comprises entre les points singuliers : on trouvera également le moyen de faire servir des tables préparatoires, construites pour un projectile déterminé, aux calculs de trajectoires de projectiles d'une densité différente. On aura facilement égard aux variations de densité de l'air, en tenant compte de sa densité à la hauteur où se trouve le projectile dans les calculs d'arcs successifs, etc. Je n'ai voulu donner ici que de la manière la plus succincte, la solution des questions que j'avais déjà fait connaître en avril 1844, à une commission formée au ministère de la guerre.

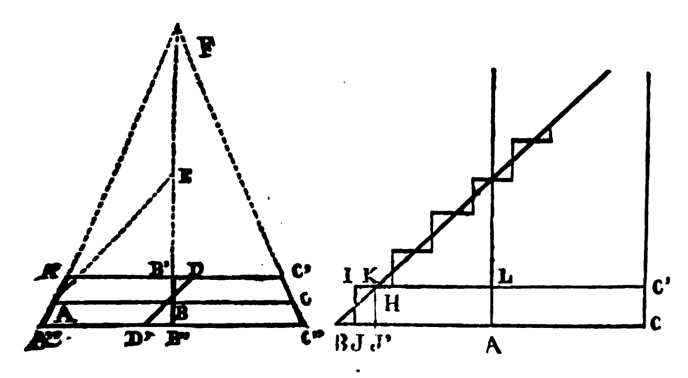


Fig. 1re.

Fig. 3.

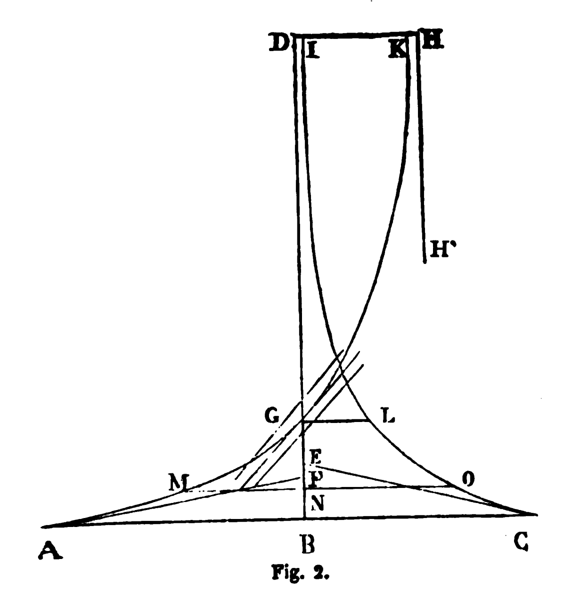


Fig. 2.

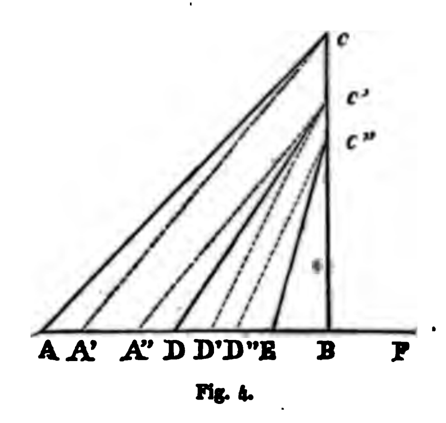


Fig. 4.

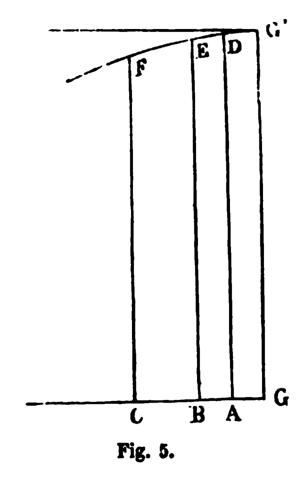


Fig. 5.

Paris. — Imp. H. Simon Dautreville et Ce, r. Neuve-des-Bons

Journal des Armes Spéciales

ÉTUDES

SUR LES APPAREILS

ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

DESTINÉS AUX EXPÉRIENCES DE L'ARTILLERIE EN ANGLETERRE,
EN RUSSIE, EN FRANCE,
EN PRUSSE, EN BELGIQUE, EN SUÈDE, ETC., ETC.

PAR MARTIN DE BRETTES

Capitaine d'artillerie, inspecteur des Études à l'École Polytechnique.

SUITE DU CHAPITRE VII.

Appareils belges

(Voir page 356 du numéro d'avril).

ÉTUDES
SUR LES APPAREILS
ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES
DESTINÉS AUX EXPÉRIENCES DE L'ARTILLERIE
EN ANGLETERRE, EN RUSSIE, EN FRANCE, EN PRUSSE, EN BELGIQUE,
EN SUÈDE, ETC., ETC.

PAR MARTIN DE BRETTES
Capitaine d'artillerie, inspecteur des Études à l'École Polytechnique.

SUITE DU CHAPITRE VII.

APPAREILS BELGES.

§ 4.

On adopte la disposition suivante, quand *on* veut employer l'appareil à la recherche de la vitesse des projectiles de l'artillerie.

« Deux *cadres-cibles* C et C' (pl. VI, fig. 1) seront dressés sur le passage du projectile aux endroits convenables pour que la portion de trajectoire à laquelle correspond le temps que l'on veut mesurer soit comprise entre eux. — La grandeur des cadres-cibles dépendra de la distance à laquelle ils devront être placés de la bouche à feu, et aussi de la justesse du tir. — L'espacement des lignes parallèles qui suivent le fil de cuivre dont on garnira les cadres-cibles sera environ des 2/3 du diamètre du projectile. — Des clous, dits pointes de Paris, entourés de petits manchons en gutta-percha (pl. VI, fig. 2), seront disposés le long des montants des cadres pour soutenir le fil de cuivre qui

fera le tour de chacun d'eux. Il est nécessaire que ce fil de cuivre ait été bien recuit; son diamètre sera de 0m,00015 lorsqu'il s'agira de l'emploi d'armes à feu portatives; il atteindra 0m,0003 quand on fera usage des pièces d'artillerie.

« Quand on aura de grands cadres-cibles à garnir, il sera convenable de placer les lignes parallèles de fil de cuivre dans le sens *vertical*, pour éviter l'effet de chaînette. Lorsque la portée des lignes parallèles doit être grande, il est bon de soutenir les fils de cuivre par un second système de quelques fils *non conducteurs*, formant avec les premiers des mailles rectangulaires allongées. Du fil de coton, enduit de vernis, convient pour cet usage.

« L'appareil, les piles et les cadres-cibles seront mis en communication au moyen de fils de cuivre d'environ 0m,0015 de diamètre, fixés aux instruments par des presses à vis. Des poteaux espacés entre eux de 10 à 15 mètres, soutiendront les fils conducteurs; ils seront, à cet effet, munis de clous recouverts de gutta-percha, et, pour garantir les points d'attache de l'humidité, chaque clou sera protégé par une petite feuille rectangulaire en zinc recourbée et engagée dans un trait de scie pratiqué dans le piquet au-dessus du point d'attache. (Pl. II, fig. 3.)

« L'isolement des fils conducteurs aux endroits où ils traverseront les panneaux de la baraque, devra être garanti par des bouts de tube en gutta-percha

semblables à ceux dont on aura garni les clous fixés aux poteaux, et à travers desquels passeront les fils.

« Pour établir les communications entre les différentes parties de l'appareil, il sera prudent de faire usage de fil recouvert de soie ou de coton enduit de vernis à la gomme-laque; on évitera par cette précaution des déviations accidentelles de courants. Il est inutile de prendre la même précaution à l'égard des fils qui établissent les communications en dehors du local où l'on opère.

« Quand on sera obligé d'unir deux fils bout à bout, on tordra ensemble les deux extrémités qu'il s'agira d'assembler. La communication sera mieux assurée lorsqu'on reliera les deux extrémités des fils par un troisième morceau très-court fixé par deux ligatures en fil plus fin. (Pl. VI, fig. 4.) »

Passons maintenant à la manière de faire fonctionner l'appareil :

« La pièce est chargée. Le disjoncteur n'est pas au bandé, et il n'y a pas communication entre la lame en acier du conjoncteur et le mercure contenu dans le petit mortier de cet instrument; aucun circuit n'est donc complet. — L'opérateur est assis devant l'appareil. De la main droite, il met le disjoncteur au bandé pour compléter les circuits n° I et n° II. Au moyen du doigt indicateur de la main gauche, il relève le pendule jusqu'à ce que la pièce en fer doux de la lentille soit en contact avec l'électro-aimant, lequel retient le pendule dans cette position. Le *o*

du vernier coïncide alors avec le *o* du limbe ; il suspend ensuite le *poids* à l'électro-aimant du conjoncteur, en engageant la pièce en fer doux du poids dans le bout de tube en laiton fixé à frottement sur l'extrémité de l'électro-aimant. La pièce en fer doux étant légèrement conique, il suffit de relever un peu le bout de tube le long du cylindre de l'électro-aimant pour que le poids se trouve parfaitement dégagé latéralement. Cette manière de suspendre le poids à l'électro-aimant du conjoncteur, a pour objet de faire coïncider l'axe du poids avec le prolongement de celui de l'électro-aimant, condition indispensable pour que l'appareil fonctionne régulièrement et que l'on peut ainsi réaliser vite et sans tâtonnements.

« Cela fait, l'opérateur appuie sur la détente du disjoncteur. — Les lamettes mobiles cessent aussitôt d'être en contact avec les lamettes fixes, et des disjonctions sont produites *simultanément* dans les circuits n° I et n° II. Le pendule commence son oscillation, et le poids du conjoncteur sa chute verticale, dès que les électro-aimants, qui les soutenaient respectivement, se trouvent suffisamment désaimantés. Lorsque le poids du conjoncteur atteint l'extrémité de la lame en acier, il fait légèrement fléchir cette lame ; la pointe en fer rencontre le mercure ; le circuit n° III est complété, le grand électro-aimant du pendule devient actif, agit sur la rondelle en fer doux, fixe cette dernière et par con-

séquent aussi l'aiguille indicatrice. — Bien que l'aiguille indicatrice soit arrêtée brusquement, le pendule peut continuer son oscillation, l'axe tournant dans le manchon.

« L'opérateur, après avoir noté la grandeur angulaire de l'arc parcouru par l'aiguille indicatrice, arc que nous représenterons par la lettre φ, retire le poids de dessus la lame du conjoncteur sur laquelle il aura été retenu par le cylindre qui entoure le petit mortier ; cette lame se relève en vertu de son élasticité, et dès lors le circuit n° III n'étant plus complet, on pourra détacher du grand électro-aimant la rondelle en fer. Pour détacher cette rondelle, l'opérateur fait effort sur la partie moletée du manchon, qu'il saisit entre le pouce et le premier doigt par deux points diamétralement opposés.

« Le disjoncteur est immédiatement remis au bandé, le pendule replacé dans sa position initiale et le poids du conjoncteur suspendu à l'électro-aimant de cet instrument. — Sans perdre de temps, l'opérateur donne le signal du feu. Le projectile, en passant dans les cadres-cibles, produit des disjonctions dans les circuits n° I et n° II. L'appareil fonctionne et l'aiguille indicatrice se trouve fixée après avoir parcouru un arc que nous désignerons par la lettre φ' et qui sera plus grand que l'arc observé précédemment.

« Si le projectile avait coupé *simultanément* les

deux fils qu'il a coupés *successivement*, l'arc φ' aurait été égal à l'arc φ; la différence entre ces deux arcs ou l'arc $(\varphi' - \varphi)$, doit donc correspondre exactement au temps employé par le projectile pour franchir l'espace compris entre les deux cadres-cibles.

« On voit que notre méthode consiste à faire fonctionner deux fois de suite l'appareil *dans des conditions parfaitement identiques entre elles*, si ce n'est que dans la première opération, effectuée au moyen du disjoncteur, tout se passe comme si l'espace à franchir par le projectile était nul, tandis que dans la seconde opération, effectuée au moyen du tir, l'espace à franchir par le projectile est celui compris entre les deux cadres-cibles.

« Les deux opérations ne demandent que quelques secondes de temps pour être terminées; pendant ce court espace de temps, les intensités des courants ne peuvent varier sensiblement, et par conséquent les actions électro-magnétiques doivent être les mêmes, lorsque l'on fait fonctionner l'appareil au moyen du disjoncteur, que quand le projectile en détermine le jeu. Toutes les résistances opposées par l'appareil sont aussi les mêmes dans chacune des deux opérations; la hauteur de chute du poids ne varie pas non plus. Dans la seconde opération, le temps qu'il s'agit de mesurer a seul été ajouté aux différents temps partiels, qui,

lors de la première opération, ont permis à l'aiguille indicatrice de décrire l'arc φ ; il s'ensuit que l'arc ($\varphi' - \varphi$) qui se trouve ajouté à l'arc φ, correspond exactement au temps à mesurer.

« Ainsi, par notre méthode, il devient inutile de régler les courants, puisque les temps nécessaires pour obtenir l'aimantation ou la désaimantation suffisante des électro-aimants étant les mêmes dans les deux opérations, ces temps ne peuvent avoir aucune influence sur l'exactitude des résultats accusés par l'appareil.

« Outre l'avantage de soustraire les résultats accusés par l'appareil aux causes d'inexactitude que nous avons signalées en parlant des pendules électro-magnétiques, notre méthode présente encore celui de laisser à la disposition de l'opérateur le point de la course angulaire du pendule où doit commencer l'arc correspondant au temps à mesurer. Il suffit, en effet, pour augmenter ou diminuer l'arc φ, de faire monter ou descendre l'électro-aimant du conjoncteur le long de la colonne de l'instrument, puisque le temps de la chute du poids varie en conséquence. — La position la plus avantageuse de l'arc ($\varphi' - \varphi$) est évidemment celle où le milieu de cet arc coïncide avec le point où le pendule est animé de sa plus grande vitesse, parce que c'est dans cette position qu'à un temps, qu'il s'agit de mesurer, correspond le plus grand arc. Il est presque toujours possible, dans les expériences, de s'ar-

ranger de manière à placer l'arc ($\varphi' - \varphi$) vers le milieu de la course du pendule.

« Voici des chiffres qui feront mieux comprendre l'importance de l'avantage que nous venons de citer: Si on employait le pendule de notre appareil à la mesure du temps en prenant pour point de départ sa position initiale, et s'il s'agissait, par exemple, de mesurer 1/100e de seconde, l'arc correspondant à ce temps ne serait que de 0,27 de degré, tandis que l'arc correspondant au même temps, pris vers le milieu de l'oscillation, comprendrait 7,53 degrés. *Notre procédé procure donc, dans le cas pris pour exemple, l'avantage d'obtenir pour mesure du temps, un arc 28 fois plus grand qu'il ne l'aurait été si on avait compté le temps à partir de la position initiale du pendule.* »

§ 5.

M. Navez a évité l'emploi des formules compliquées qui donnent la valeur du temps en fonction de l'arc décrit par le pendule, en partageant l'amplitude de l'oscillation en parties assez petites pour que, pendant le parcours de chacune d'elles, la vitesse fût sensiblement constante, et en calculant le temps correspondant. La longueur du degré ayant paru satisfaire à cette condition d'uniformité, il a calculé et dressé une table qui donne le temps

employé par le pendule pour parcourir un degré quelconque, à partir de 40°, et la somme des temps, ou le temps total, correspondant à un arc quelconque φ.

L'usage de cette table est très-simple, car il suffit, après avoir reconnu sur le limbe les arcs φ, φ' déterminés par la position de l'aiguille indicatrice, de prendre dans la colonne des temps, la somme de ceux qui correspondent à ces arcs. Une simple interpolation donnerait le temps correspondant à une fraction de degré, si l'arc en contenait. Connaissant alors les temps t et t' correspondant aux arcs φ et φ', on en déduit immédiatement le temps $t' - t$, relatif à l'arc $\varphi' - \varphi$.

Ainsi, le calcul du temps correspondant à $\varphi' - \varphi$, ou celui qui aurait été employé par le projectile pour parcourir l'espace qui sépare les deux cibles, se ferait avec autant de facilité que de promptitude, avantage précieux dans la pratique.

La valeur de ce temps sert à calculer celle de la vitesse du projectile ; mais il faut faire usage pour cela des formules où entre l'expression de la résistance de l'air, attendu que l'arc de trajectoire doit toujours être compris entre des cibles assez éloignées.

§ 6.

L'appareil de M. Navez a été employé en Bel—

gique à de nombreuses expériences qui ont permis d'apprécier les services qu'il peut rendre à l'artillerie.

On s'en est servi, en 1850, pour déterminer l'influence des divers modes de chargement sur la vitesse initiale (1). Les expériences, faites avec soin, ont conduit aux conclusions remarquables qui suivent :

« *Que l'irrégularité des vitesses initiales paraît augmenter avec la complication du mode de chargement ;*

« *Qu'un mode de chargement qui aurait pour effet de restreindre les écarts verticaux pourrait, même en produisant des écarts notables de vitesse, être d'un emploi plus avantageux qu'un autre donnant des vitesses initiales plus régulières, et des écarts verticaux plus grands.* »

Ces conséquences conduisirent les commissaires à classer dans l'ordre suivant, selon leur mérite, les modes de chargement, *considérés sous le rapport de la chance d'atteindre qu'ils peuvent procurer :*

Chargement à boulet avec sabot en papier (2);

---

(1) Voir le *Journal des Armes spéciales* de mai 1852.

(2) Le sabot en papier, dont on a fait usage en Belgique, n'est pas un cylindre creux, comme celui essayé en France, mais un cylindre plein, avec une cavité pour loger le boulet, comme dans les sabots en bois.

Chargement à boulet avec sabot en papier et valet ;

Chargement à boulet roulant ;

Chargement à boulet avec sabot en bois.

En 1851 et 1852, on a continué de faire, avec l'appareil électro-balistique de M. Navez, des expériences qui sont consignées dans un précieux rapport officiel, et ont eu pour objet de rechercher :

1° *L'influence de l'angle de tir sur la vitesse initiale des projectiles tirés à la charge ordinaire;*

2° *L'influence de la densité du projectile sur la vitesse initiale.*

Ces expériences faites en Belgique conduisirent aux conclusions suivantes :

« 1° *Dans les canons tirés à la charge du tiers du poids du boulet, l'angle de tir est sans influence sensible sur la vitesse initiale du projectile.* »

Le raisonnement montre qu'il en serait de même pour le tir à charges plus faibles que le tiers du poids du boulet dans les canons.

Mais il reste à connaître l'influence d'une charge supérieure au poids du boulet dans les canons, et celle des diverses charges en usage dans le tir des diverses bouches à feu courtes sous différents angles.

« 2° *La densité du projectile diminue la vitesse initiale, mais la charge de poudre (constante) est mieux utilisée,* » ce qu'on savait déjà ;

Mais l'expérience a appris que « *lorsque la den-*

sité a atteint une certaine limite, son accroissement produit une augmentation insensible dans le travail des projectiles, » de sorte qu'elle a une limite qu'il est bon de ne pas dépasser.

L'appareil électro-balistique a été employé sans difficultés dans toutes ces expériences, et n'a donné lieu à aucune objection sous le rapport de la précision des résultats obtenus, et de son emploi dans les polygones. Aussi a-t-il été définitivement adopté par l'artillerie de la Belgique et mis en essai par celle de plusieurs autres pays ; de sorte que cet appareil paraît devoir compter désormais parmi ceux dont l'artillerie fera usage.

§ 7.

D'après l'inventeur, les variations accidentelles des résultats donnés par l'appareil, peuvent être réduites à un quart de degré, ce qui correspond à 0'' 00036, avec le modèle de l'instrument employé en Belgique. Il faut donc, lorsqu'on recherche la mesure de la vitesse des projectiles, espacer assez les cadres-cibles pour que le temps à mesurer puisse admettre une variation accidentelle de 0'' 00086. Cet espace minimum a été fixé par l'inventeur à 30^m pour mesurer les vitesses initiales.

La comparaison de la précision de cet appareil avec celle de ceux de MM. Wheatstone et Hipp,

qui ont été exécutés et soumis à des expériences destinées à la déterminer, fait reconnaître que l'appareil Navez leur est bien supérieur, car, dans l'appareil Wheatstone, la variation accidentelle est au moins de $\frac{1''}{67}$ et dans celui de M. Hipp $\frac{1''}{1000}$.

Les autres appareils dont il a été question, n'ayant pas été exécutés, ou soumis à des expériences suffisantes pour en déterminer la précision, on ne peut établir entre eux et l'appareil Navez que des comparaisons théoriques.

L'emploi de l'appareil Navez n'a, comme nous l'avons déjà dit, donné lieu à aucune objection contre les difficultés pratiques qu'il pourrait présenter. Nous croyons cependant utile de faire observer que l'arrêt de l'aiguille n'étant pas absolument instantané, elle décrira, en glissant sur son axe de rotation, un petit arc hélicoïdal, dont la grandeur, toutes choses égales d'ailleurs, dépendra de la vitesse d'oscillation du pendule. De sorte qu'il faudrait corriger les vitesses du pendule si au commencement et à la fin de l'ar $\varphi' - \varphi$, elles étaient très-différentes, et que si elles différaient très-peu ou étaient égales, il n'y aurait pas de correction à faire. Aussi est-il urgent de faire en sorte que l'arc $\varphi' - \varphi$ soit situé, autant que possible, à la partie inférieure du limbe et symétriquement relativement à la verticale passant par l'arc de rotation, car alors les vitesses seront égales au commencement et à la fin de l'arc $\varphi' - \varphi$.

En résumé, les avantages de l'appareil Navez et son prix peu élevé, 600 à 800 francs, contribueront probablement à le faire passer dans la pratique de l'artillerie, car il est déjà en essai dans les artilleries de Hollande, de Bavière, de Saxe, etc.

D. — Modification du chronographe.

Le capitaine Navez s'est aussi occupé d'améliorer le chronographe électro-magnétique à style. Cette amélioration porte à la fois sur le jeu des styles et sur le moyen de donner au cylindre un mouvement uniforme de rotation.

§ 1er.

L'amélioration du jeu des styles consiste essentiellement, comme on l'a vu, chap. V, à faire disparaître l'influence de la force coërcitive du fer doux des électro-aimants et celle de la hauteur de chute des styles. La condition à laquelle il faut satisfaire pour y parvenir, est que $\theta_n = \theta_{n+1}$, quand on considère la chute des styles et que $\theta'_n = \theta'_{n+1}$ lorsque c'est leur relèvement auquel il faut avoir égard; cette dernière condition renfermant implicitement le cas particulier où $\theta'_n = \theta'_{n+1} = o$, c'est-à-dire celui où les styles sont en contact avec le cylindre pendant sa rotation (1).

(1) Cette amélioration du jeu des styles proposée par M. Navez

M. Navez, pour faire disparaître l'influence perturbatrice de la force coërcitive, a adopté ce cas particulier, le plus simple du reste, et il s'exprime à ce sujet de la manière suivante :

« La partie électro-magnétique du chronographe devrait être composée d'autant d'aimants temporaires qu'il y aurait de styles. — Ces aimants temporaires seraient en fer à cheval agissant par les deux pôles sur les pièces de contact dont les

---

est semblable à celle que nous avons indiquée, chapitre V, et à laquelle nous fûmes naturellement conduit après avoir eu connaissance, à la fin de 1847, de l'appareil à cylindre de M. Wheatstone, qui nous était inconnu lors de la proposition de notre projet de chronographe électro-magnétique. Elle était un moyen d'atteindre le but indiqué dans le Mémoire, c'est-à-dire de rendre $\theta_n = \theta_{n+1}$, pour éviter les corrections rendues nécessaires par le jeu des styles. Cette amélioration, connue de plusieurs camarades, devait paraître dans une publication commencée en février 1852, et interrompue pour ne pas faire double emploi avec l'ouvrage actuel. M. Navez, sans avoir connaissance de notre travail, a eu la même idée d'amélioration, à laquelle il est arrivé naturellement en cherchant à satisfaire à la condition $\theta_n = \theta_{n+1}$, qui est nécessaire pour faire disparaître l'influence des temps de chute et de relèvement. Aussi n'avons-nous pas été surpris de voir cette idée se produire dans l'ouvrage de M. Navez, à la suite de ses observations critiques sur les chronographes électro-magnétiques : elle ne pouvait d'ailleurs échapper à son esprit observateur. Nous avons eu tous deux la même idée; mais on verra que nous avons proposé tous les deux des moyens différents pour la réaliser; et que le nôtre, en évitant les inconvénients du mode de conjonction de Siemens, employé par M. Navez, paraît d'un usage plus sûr.

styles dépendraient. — Les styles demeureraient en contact avec la surface cylindrique jusqu'au moment où ils seraient soulevés par l'*attraction* des électro-aimants. Chaque pièce de contact serait placée à l'extrémité d'un petit levier et à peu près équilibrée par une autre pièce d'un poids un peu moindre que le sien, placée à l'autre extrémité du levier, de manière que l'action de l'aimant temporaire puisse s'exercer sur une *masse* suffisante sans être contrariée par la *pesanteur*, et que la pression du style sur la surface cylindrique puisse être rendue très-faible. Tout le système des électro-aimants et des styles recevrait un mouvement parallèle aux génératrices du cylindre, afin que les styles, traçant des hélices, puissent rester en contact avec la surface cylindrique pendant le nombre de révolutions nécessaire. — On ferait usage de courants très-intenses. — Le projectile activerait successivement les électro-aimants lorsqu'il passerait à travers les cadres-cibles. Les cadres-cibles seraient à cet effet garnis de deux systèmes de fils respectivement en communication avec un des pôles de la pile; le projectile, en touchant simultanément un fil de chaque système, compléterait le circuit. Ce dispositif, au moyen duquel le projectile forme momentanément un circuit, sans l'intermédiaire d'un conjoncteur, est emprunté à un appareil projeté par M. Siemens et dont nous parlerons quand il s'agira des chronographes dans

la construction desquels il n'entre pas d'électro-aimants.

« Justifions ces dispositions générales de la partie électro-magnétique de notre projet de chronographe : Nous déterminons le mouvement des contacts par *l'attraction* de l'aimant temporaire plutôt que par sa désaimantation, pour les raisons suivantes : 1° l'aimantation suffisante est toujours obtenue plus rapidement que la désaimantation suffisante, bien que dans le cas de fermeture du circuit, tout comme dans celui d'une disjonction, l'induction du courant sur le fil même qui le conduit contrarie l'effet qu'il faut obtenir ; 2° quand l'aimant temporaire agit par attraction, la force du fer n'est pas aussi préjudiciable à la régularité des effets que quand le jeu du contact est déterminé par suite de la désaimantation de l'électro-aimant ; 3° l'électro-aimant en fer à cheval, agissant par ses deux pôles sur son contact, constitue une disposition très-préjudiciable à la régularité de la marche des appareils lorsqu'elle est fondée sur la désaimantation ; mais cette disposition devient au contraire excellente quand le jeu du contact doit être déterminé par attraction ; 4° quand les aimants temporaires agissent par attraction, l'emploi des courants énergiques devient avantageux, tandis que, dans le cas contraire, il est nécessaire de réduire, autant que possible, l'intensité des courants et de maintenir cette intensité entre des limites restreintes.

« On voit que le but vers lequel tendent les dispositions générales que nous venons de décrire, est de rendre les temps nécessaires pour obtenir l'aimantation suffisante des aimants temporaires assez petits pour que leurs différences soient très-faibles, tout en évitant de devoir régler l'intensité des courants. Il est probable que l'on approcherait assez de ce but pour que le chronographe pût être employé avec succès aux expériences de balistique, si l'on parvenait à vaincre les difficultés que présente, en pratique, le procédé de conjonction imaginé par M. Siemens pour l'électricité de tension, lorsque ce procédé est appliqué à l'électricité dynamique. »

M. Navez expose ainsi les considérations qui l'ont conduit à modifier la partie du chronographe qui a pour objet d'imprimer au cylindre un mouvement uniforme de rotation :

« MM. Wheatstone, Bréguet et Martin de Brettes sont d'accord pour employer un poids comme moteur et un volant à ailettes comme régulateur : cette combinaison laisse à désirer. Lorsque l'uniformité du mouvement doit résulter seulement de l'équilibre entre la force motrice et les résistances de la machine augmentées de celles de l'air sur les ailettes du volant, il arrive que les moindres variations dans l'état de l'air ambiant font aussi varier la vitesse. On rend cet inconvénient moins sensible en faisant usage d'un tambour qui recouvre

plus ou moins le volant à ailettes, suivant que la vitesse de rotation diminue ou augmente; la résistance de l'air croît alors plus rapidement avec la vitesse, puisqu'elle est moindre sur la partie des ailettes enveloppée par le tambour que sur la partie extérieure, et les écarts de vitesse sont diminués.

« Mais pour obtenir facilement l'uniformité de mouvement et maintenir avec certitude, pendant un temps assez long, la vitesse du régime de l'appareil, il est nécessaire que les écarts accidentels de vitesse soient réprimés non-seulement par leur action sur la résistance, mais aussi par leur influence sur la force motrice. Pour réaliser cette dernière condition nous ferions usage d'un moteur électro-magnétique. »

Ces considérations sont suivies de la description du projet d'appareil de rotation et des dispositions à prendre pour en faire usage.

§ 2.

« L'axe sur lequel est monté le cylindre dépasse des deux côtés les supports des coussinets entre lesquels il est maintenu. Sur.un de ces prolongements de l'axe et adapté le moteur; l'autre porte le régulateur. — Le moteur électro-magnétique se compose de deux aimants temporaires fixés à l'axe du cylindre et dont les fils aboutissent à un

commutateur porté par ce même axe, et de deux aimants permanents maintenus par le bâti sur lequel l'appareil est monté. Quand le cylindre tourne, les pôles des électro-aimants viennent passer très-près de ceux des aimants permanents; les attractions et les répulsions successives des aimants les uns sur les autres, qui sont déterminées par les changements de pôles auxquels donne lieu le commutateur, produisent le mouvement. Il est inutile d'entrer dans plus de détails sur cette disposition de moteur électro-magnétique qui est généralement connue.

« Le régulateur est composé de quatre ailettes ajustées sur un manchon dans lequel passe le prolongement de l'axe du cylindre et auquel sont fixés deux cerceaux en lames d'acier, se croisant à angles droits et montés sur le même prolongement de l'axe. Quand ces cerceaux sont emportés dans le mouvement de rotation, la force centrifuge leur fait prendre une forme elliptique, et le volant à ailettes subit un mouvement de rappel dans le sens de la longueur de l'axe du cylindre. Ce mouvement de rappel a pour objet de faire sortir en partie le volant d'un tambour que supporte le bâti (1); et

(1) Qu'il nous soit permis d'attirer l'attention du lecteur sur l'emploi que nous proposons de cerceaux élastiques comme régulateurs à force centrifuge. Cette disposition aura, dans beau-

comme il dépend de la vitesse de rotation, le volant sort plus ou moins du tambour, suivant que la vitesse est plus ou moins grande.

« Le mouvement de rappel du volant peut facilement être employé à modifier l'intensité du courant électrique qui anime le moteur. A cet effet, le courant passe à travers de l'acide sulfurique étendu dans lequel plongent deux plaques en platine, dont le rapprochement ou l'éloignement l'une de l'autre détermine l'espace que le fluide électrique doit franchir dans le liquide. Une des plaques est fixe; l'autre s'en rapproche ou s'en éloigne, suivant qu'elle en est sollicitée par un levier en communication avec le manchon du volant, ce qui fait varier la résistance que le liquide oppose au courant et par suite l'intensité de ce dernier.

« Un compteur à pointage, dont les indications seraient déterminées par un procédé analogue à celui adopté par MM de Konstantinoff et Breguet pour le compteur annexé à leur chronographe, serait aussi adapté à notre appareil de rotation.

---

coup de circonstances, l'avantage sur le régulateur de Watt, parce qu'elle n'exige pas, comme ce dernier, que l'axe de rotation soit vertical. Des boules fixées aux extrémités des diamètres des cerceaux, destinés à devenir les grands axes des ellipses pendant la rotation, augmentent la puissance de l'appareil. C'est une disposition analogue à celle qui est employée pour démontrer expérimentalement la cause de la dépression du sphéroïde terrestre aux pôles.

« Tous nos essais sur les chronographes ont été exécutés au moyen d'un cylindre auquel était adapté un petit moteur électro-magnétique semblable à celui décrit plus haut, mais sans aucune espèce de régulateur spécial. Nous obtenions cependant déjà un mouvement de rotation assez uniforme par suite de la masse considérable qui résultait de l'union du cylindre et des courants temporaires sur un même axe. Dans de semblables conditions, la périodicité de l'action de la force motrice n'a aucune influence fâcheuse sur l'uniformité du mouvement de rotation. La résistance que l'air opposait à la partie de l'appareil moteur monté sur l'axe du cylindre, contribuait aussi à maintenir l'uniformité de mouvement. Avec les procédés régulateurs que nous avons indiqués, on obtiendrait sans doute des résultats tout à fait satisfaisants. »

§ 3.

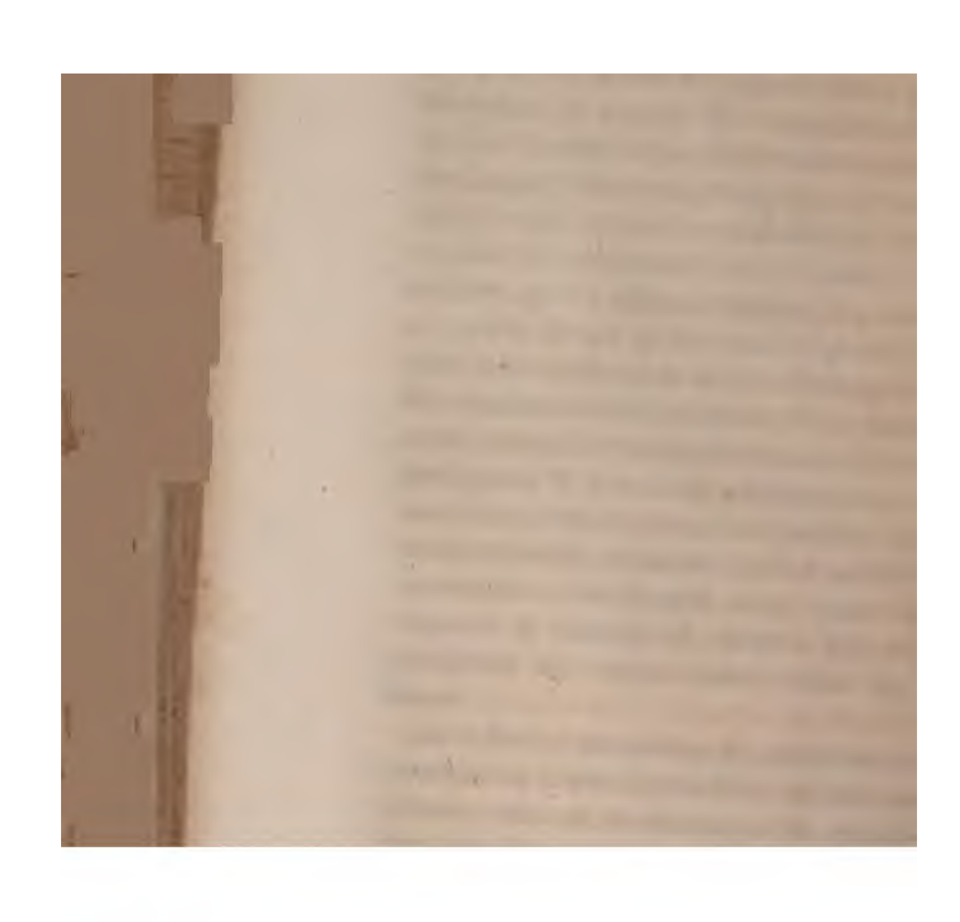
Nous n'avons aucune observation à faire à l'amélioration apportée au jeu des styles du chronographe, car il faudrait répéter ce qui a été énoncé, chap. V, à ce sujet, quand nous avons indiqué les améliorations dont le chronographe était susceptible. Nous ferons seulement observer que le moyen que nous avons proposé pour faire jouer les styles

paraît plus certain que celui dont il vient d'être question.

Mais le moyen proposé pour communiquer au cylindre un mouvement uniforme de rotation mérite qu'on s'y arrête. Il y a deux choses qui attirent l'attention, le moteur et le régulateur. M. Navez propose l'emploi d'un moteur électro-magnétique très-simple, il est vrai, mais qui agit périodiquement, ce qui est peu favorable pour produire l'uniformité de mouvement ; aussi l'auteur, malgré les résultats qu'il a obtenus dans les circonstances où il a opéré, ne fait qu'admettre la possibilité d'obtenir cette uniformité en faisant usage des procédés régulateurs qu'il propose. Nous pensons qu'il serait préférable d'employer le moteur électro-magnétique de M. Froment, qui fonctionne, pendant des heures entières, avec une parfaite uniformité de mouvement, reconnue par M. Pouillet dans des expériences très-délicates ayant pour objet de compter et d'écrire le nombre des vibrations qu'exécute un corps sonore dans un temps donné.

La variation des ailettes du régulateur, qui sortent plus ou moins du tambour où elles sont enfermées, afin de proportionner la résistance de l'air à la vitesse de rotation de l'axe, constitue une innovation ingénieuse qui mériterait d'être expérimentée. Cependant il est à craindre qu'on ne rencontre, dans la pratique, de grandes difficultés

pour établir une relation sûre entre les variations de vitesse de l'axe de rotation et les modifications de la surface des ailettes nécessaires pour les neutraliser.



CHAPITRE VIII.

APPAREILS SUÉDOIS.

§ 1er.

On s'est aussi occupé, en Suède, de la solution du problème de l'application de l'électricité aux expériences de l'artillerie. Le baron Wrède, aujourd'hui général de l'artillerie suédoise, prit l'initiative avec ardeur et proposa une solution ingénieuse fondée : 1° sur la similitude des propriétés que possèdent les aimants artificiels et naturels; 2° sur l'instantanéité de l'aimantation et de la désaimantation des électro-aimants; 3° enfin, sur le renversement instantané des pôles des électro-aimants. L'appareil que cet officier distingué avait imaginé pour réaliser son idée, non-seulement fut

exécuté pour en vérifier la justesse, mais il fut encore employé, dès 1849, à Stockholm, dans des expériences relatives à la détermination de la vitesse initiale des projectiles de l'artillerie.

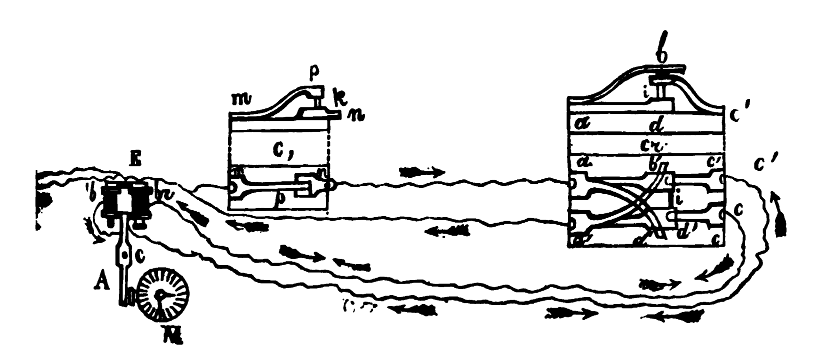
Nous essaierons de faire connaître cet appareil et son usage, d'après les indications que nous devons à un officier de l'artillerie suédoise, M. Silbergh, en mission en France en 1850.

§ 2.

L'appareil du général Wrède se compose essentiellement : 1° d'un compteur M, marchant quand son bouton est pressé; 2° d'un aimant naturel A, susceptible d'agir par une de ses extrémités sur le bouton du compteur; 3° d'un électro-aimant en fer à cheval E, entre les branches duquel d'une extrémité du barreau aimanté A peut osciller et être attirée par l'une ou l'autre, selon leur polarisation; 4° d'un *appareil conjoncteur* c_1, destiné à fermer le circuit de la bobine de l'électro-aimant quand le temps à mesurer commence; 5° enfin d'un *appareil commutateur* c_2, destiné à renverser le sens du courant dans la bobine de l'électro-aimant, et, par conséquent, la polarisation des branches de ce dernier, lorsque le temps à mesurer achève de s'écouler.

Nous avons essayé de représenter par le croquis

suivant les principaux éléments de cet appareil dont nous ignorons les formes, les dimensions, et les relations des diverses parties qui le constituent.



Le compteur M est construit de manière à marcher lorsqu'une pression est exercée sur le bouton et à s'arrêter lorsqu'elle cesse.

L'aimant naturel A produit cette pression en tournant autour de son axe *c*, lorsque son extrémité supérieure est attirée par la branche *b*, de l'électro-aimant E ; et il cesse son action soit lorsque l'électro-aimant est inactif, soit lorsqu'un changement dans le sens du courant renverse la polarisation des branches.

Le petit appareil C_1 est composé d'une plaque métallique *n* et d'un ressort en métal *mp* ; ces deux corps métalliques sont fixés sur un support non conducteur, et un corps mobile *k* non conducteur empêche leur contact lorsque les expériences l'exigent.

L'appareil commutateur C_2 se compose d'un plateau en bois sur lequel sont fixées les lames métalliques parallèles *ad*, *a'd'*, au-dessus desquelles les ressorts *c'c* peuvent venir s'appuyer quand on n'interpose pas entre eux un corps isolant; enfin, de deux ressorts métalliques *ab* *a'b'*, qui se croisent sans se toucher et sont respectivement en contact avec la partie supérieure des ressorts *c* et *c'*.

Enfin, le circuit est composé d'un fil métallique allant de la pile au ressort *m* de l'appareil C_1; d'un second fil établissant une communication entre les appareils C_1C_2 et *n* en *a*; d'un troisième fil attaché en *c'* et au pôle b_2 de l'électro-aimant E; d'un quatrième allant du pôle b_1 au commutateur en *c*; enfin, d'un dernier fil fixé au commutateur en *a'* et allant au pôle négatif de la pile.

Maintenant il sera facile d'expliquer le jeu de l'appareil.

§ 3.

Supposons la pile P en activité, le ressort *p* de l'appareil C_1, séparé de la lame métallique *n* par un corps non conducteur *k*, et les ressorts de c_1 tenus éloignés des plaques ad_1 $a'd'_1$ par un corps isolant i_1, le circuit voltaïque sera interrompu et par conséquent le compteur ne marchera pas.

Si, maintenant, on enlève brusquement le corps isolant *k* de l'appareil C_1, le courant partant de +P

ira en *m*, passera au moyen du ressort *mp* dans la plaque *n*, ira en *a*, suivra le ressort croisé *ab*, le ressort *c*, puis circulera dans la bobine de l'électro-aimant E, d'où il reviendra en c^1 pour suivre le ressort croisé b^1a^1 et de là retourner au pôle négatif — P de la pile. L'électro-aimant, devenant ainsi actif, attirera par son pôle b_1 l'aimant naturel A dont l'extrémité frappera le bouton du compteur, et ce choc déterminera spontanément le mouvement de l'aiguille autour du cadran.

Lorsqu'on enlèvera le corps isolant *i* de l'appareil C_2, les ressorts directs *cc'* viendront respectivement toucher les lames métalliques *a'a*, et ces contacts renverseront le sens du courant dans la bobine de l'électro-aimant E. Car, alors, le courant arrivé en *a* viendra en *c'*, de là en b^1b^2, reviendra en *c*, passera en a^1, d'où il retournera au pôle négatif de la pile. Ainsi le courant sera renversé dans la partie du circuit qui contient l'électro-aimant E et aboutit à l'appareil C_2, en *c* et *c'*. Ce changement dans le sens du courant en produira un dans les propriétés des pôles de l'électro-aimant E, de sorte que l'aimant naturel A sera attiré par le pôle *b*, et que son extrémité inférieure cessera de presser le bouton du compteur, ce qui déterminera l'arrêt de l'aiguille; la grandeur de l'arc qu'elle aura décrit représentera le temps écoulé entre les instants où le courant a été établi et renversé par le jeu des appareils C_1 et C_2.

§ 4.

Les expériences balistiques dans lesquelles cet appareil a été employé en Suède, en 1849, eurent pour objet essentiel la mesure du temps employé par un projectile pour parcourir soit sa trajectoire entière, soit de grands arcs de cette courbe, afin d'en déduire par les formules en usage la vitesse initiale des projectiles.

A cet effet, l'appareil du baron Wrède fut disposé de manière que le boulet, à sa sortie de la bouche à feu, enlevât brusquement le corps isolant *k* et établît une communication métallique entre le ressort *p* et la lame *n* du petit appareil C_1. En outre, le projectile, en atteignant la cible, devait produire une secousse suffisante pour enlever le corps isolant *i* du commutateur C_2. Nous ignorons quelles dispositions avaient été imaginées pour obtenir avec certitude ce double résultat, mais il y a tout lieu de craindre que la secousse de la cible ne fût un moyen peu sûr pour déterminer spontanément dans l'appareil C_2 le contact qui devait produire le changement de sens du courant.

Voici comment l'expérience se faisait : on mettait la pile en activité; on plaçait les corps isolants des appareils C_1 et C_2 entre les ressorts et les lames

métalliques correspondantes pour interrompre le circuit voltaïque; on établissait la relation nécessaire entre les cibles et les corps isolants correspondants de C_1 et C_2; puis on mettait le feu à la charge du canon. Le boulet sortait presque aussitôt de la bouche à feu, atteignait la première cible, déterminait alors le contact du ressort et de la lame métallique de C_1, et, par conséquent, un courant dans le circuit dont la bobine de l'électro-aimant faisait partie. Le pôle b_1 de cet électro-aimant attirait alors le pôle voisin de l'aimant naturel dont l'extrémité inférieure frappait le bouton du compteur, et ce choc mettait l'aiguille en mouvement.

Quand le projectile atteignait la seconde cible, la secousse qu'il lui imprimait faisait cesser l'interposition du corps isolant *i* dans le commutateur C_2, ce qui déterminait le contact de chacun des ressorts droits cc' avec la lame correspondante $a'd'$ ad et changeait le sens du courant dans la partie du circuit dont l'électro-aimant faisait partie. Ce changement déterminait le renversement des pôles de l'électro-aimant E, de sorte que le pôle b_2 attirait l'aimant naturel qui cessait d'agir sur le compteur dont l'aiguille s'arrêtait aussitôt.

Le temps de la marche de l'aiguille représentait celui qui s'était écoulé entre les instants où le boulet, en frappant successivement les deux cibles, avait produit la fermeture du circuit et le renver-

sement du courant. Mais, comme nous l'avons déjà dit, l'exactitude de cette mesure dépendait de la simultanéité des chocs et du jeu des ressorts correspondants, en supposant toutefois l'appareil chronométrique doué d'une grande précision.

§ 5.

En supposant même cet appareil doué des propriétés que nous avons reconnu être nécessaires pour que le jeu du système électro-magnétique fût à l'abri de toute objection, son usage serait restreint dans les expériences balistiques. On ne pourrait, en effet, avec cet appareil, mesurer que des arcs de trajectoire d'une grande longueur, et, par conséquent, correspondant à des temps assez longs pour pouvoir en apprécier exactement une petite fraction. La grandeur des arcs dont on pourra mesurer le temps de parcours par le projectile, dépendra de la perfection des chronomètres qu'on emploiera, et, dans tous les cas, elle ne sera pas assez petite pour qu'on puisse éviter l'emploi des formules balistiques.

L'idée, du reste, qui a servi de base à cet appareil, est ingénieuse, et pourrait recevoir d'utiles applications en perfectionnant le jeu du conjoncteur et du commutateur.

CHAPITRE IX.

APPAREILS MIS EN EXPÉRIENCE EN AMÉRIQUE, EN ESPAGNE, EN HOLLANDE, EN BAVIÈRE, ETC.

§ 1er.

L'idée d'appliquer l'électro-magnétisme aux expériences de l'artillerie, n'a pas seulement attiré l'attention des savants et des officiers de l'artillerie des principales puissances de l'Europe, elle a franchi l'Océan, car l'Amérique, ce pays des hardies innovations, a aussi produit son appareil électro-balistique.

M. Henry, célèbre physicien des États-Unis, a imaginé un appareil chronoscopique, propre à servir à mesurer la vitesse des projectiles de l'artillerie. Cet appareil est décrit dans le tome III

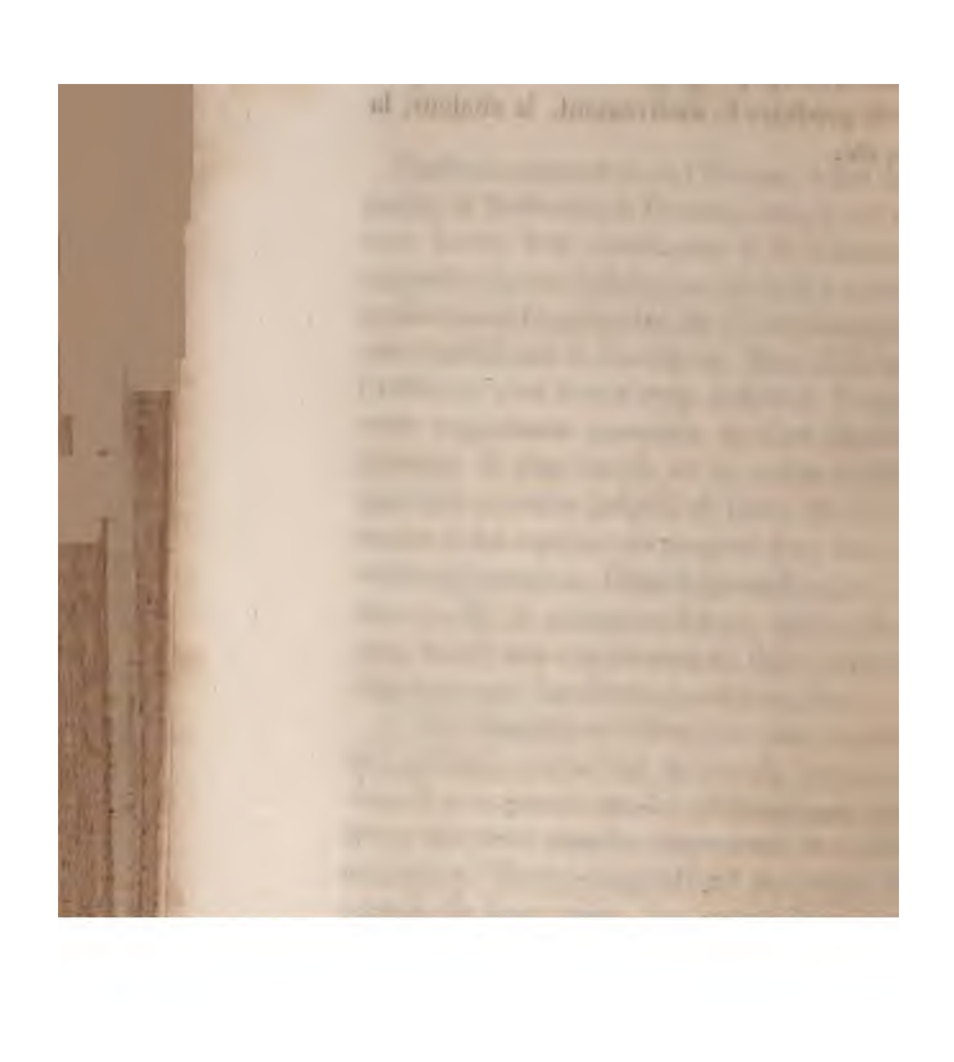
des *Proceedings*, de la Société américaine de Philadelphie. Malheureusement il nous a été impossible de trouver cet ouvrage à Paris.

§ 2.

Plusieurs puissances de l'Europe, telles que l'Espagne, la Hollande, la Bavière, etc., n'ont pas encore fourni leur contingent à la collection des appareils électro-balistiques destinés à résoudre le problème de l'application de l'électro-magnétisme aux expériences de l'artillerie. Mais, dans ces pays, l'artillerie s'est livrée avec ardeur à l'examen de cette importante question, et s'est hâtée de se procurer le plus simple et le moins coûteux des appareils exécutés jusqu'à ce jour, afin de le soumettre à des expériences propres à en faire reconnaître la précision. C'est l'appareil belge, le pendule de M. le capitaine Navez, qui a été choisi pour servir aux expériences et faire entrevoir les avantages que l'artillerie pouvait en tirer.

L'idée d'appliquer l'électricité aux expériences de l'artillerie a ainsi fait le tour du monde. Il y a donc lieu de penser que les physiciens et les artilleurs des deux mondes trouveront le moyen de soumettre l'électro-magnétisme aux exigences du service de leur arme. Les merveilleux résultats que la science, l'art et l'industrie ont obtenus avec

son concours, et ceux plus merveilleux encore qu'ils font entrevoir dans l'avenir, doivent faire espérer que l'artillerie arrivera aussi à utiliser le fluide magnétique, non-seulement dans les appareils chronoscopiques, mais encore comme agent capable de produire le mouvement, la chaleur, la lumière, etc.



NOTES.

—

nsité du courant. — Calcul de la résistance de la pile. — Me- de la force électro-motrice d'une pile. — II. Longueur réduite rcuit. — Tableau de la conductibilité des principales substances. opriétés particulières de la terre prise pour conducteur. — Recherche de l'intensité du courant dans les diverses dériva- d'un circuit. — IV. Détermination d'une pile capable de pro- un courant d'une intensité donnée dans un circuit déterminé. Observations sur les galvanomètres.

I.

vu que l'intensité ou la force F du courant électrique résentée par la formule :

$$F = \frac{n\,E}{\frac{n\,RD}{S} + \frac{r\,l}{s}}$$

quelle E représente la force électro-motrice d'un élément ile, n le nombre des éléments, R la résistance du liquide, ction, D son épaisseur, l la longueur du conducteur in- re homogène, r sa résistance, et s sa section.

ès la loi qui régit l'intensité ou la force du courant, la- st énoncée au § 1er de l'article auquel cette note se rap- n désignant par E_1 la force électro-motrice de la pile,

par r_1 sa résistance, par R_1 celle du circuit interpolaire, on aura

$$E_1 = n E \quad r_1 = \frac{n RD}{S} \quad R_1 = \frac{r l}{s}$$

et la formule *a* prendra la forme plus simple :

$$(a) \qquad F = \frac{E_1}{r_1 + R_1}$$

Dans cette formule, il y a quatre variables inconnues, par conséquent il faut en déterminer trois pour en déduire la valeur de celle qu'on désire connaître. Elle pourra alors servir pour calculer à volonté F_1 E_1, r_1 R_1.

De cette formule on tire deux conséquences importantes:

1° Si la résistance de la pile ou r_1 est très-petite comparée à celle R_1 du circuit, ce qui a lieu si ce dernier est très-long, et par conséquent est négligeable, la force ou l'intensité du courant devient proportionnelle au nombre n des éléments, car on a, dans ce cas :

$$(b) \qquad F = \frac{E_1}{R_1} + \frac{n E}{R_1}$$

2° Si la résistance r_1 de la pile est au contraire très-grande, relative à celle R_1 du circuit, ce qui a lieu quand il est nul ou très-petit, l'intensité du courant est indépendante du nombre des éléments, car la formule devient en désignant par r^1 la résistance d'un élément,

$$(c) \qquad F = \frac{E_1}{r_1} = \frac{n E}{n r^1} = \frac{E}{r^1}$$

1° La force du courant ou son intensité se mesure par la tangente de la déviation du galvanomètre où il circule (chap. Ier, art. IV, § 2).

2° La résistance R_1 homogène est égale à $\frac{l r}{S}$; par conséquent, elle est facile à calculer quand la longueur l, la section et la conductibilité $C = \frac{1}{r}$ du circuit sont données.

3° La résistance r_1 d'une pile dont les n éléments sont égaux se déduit de la connaissance de celle d'un élément. Dans le cas contraire, on calcule r_1 par un procédé analogue à celui que nous allons indiquer pour obtenir celle r^1 d'un seul élément.

Dans ce cas : soit f l'intensité du courant de l'élément donné, E sa force électro-motrice, x la résistance inconnue de cet élé-

ment, R_1 la résistance connue du circuit métallique, car on connaît la longueur, la section, et par conséquent la conductibilité de ce dernier, on aura :

$$(1) \qquad f = \frac{E}{x + R_1}$$

On allongera ensuite le circuit métallique de manière à obtenir la résistance R_2 ; dans ce cas, E restera le même, ainsi que x, mais f deviendra f^1, et on aura :

$$(2) \qquad f^1 = \frac{E}{x + R_2}$$

Eliminant E entre les équations (1) (2), on aura la valeur x de la résistance de l'élément de la pile en fonction des quantités connues f, f', R^1, R''.

$$(d) \qquad x = \frac{f' R_2 - f R_1}{f - f^1} = r^1$$

4° La force électro-motrice d'un élément se tire de l'équation (1), et a pour expression

$$(e) \qquad E = f\,(r^1 + R_1.)$$

La force électro-motrice d'une pile de n éléments, dont le courant parcourrait le circuit métallique dont la résistance est R_1 et aurait l'intensité F, serait évidemment exprimée par

$$(f) \qquad E_1 = F\,(n\,r^1 + R_1.)$$

II.

Dans la formule précédente, comme dans toutes celles où le circuit sera composé de parties hétérogènes ou de résistance différente, on remplacera toutes ces parties par d'autres de même résistance, mais qui soient homogènes et de même section ; de sorte que le circuit total transformé sera équivalent au circuit hétérogène primitif. La longueur du nouveau circuit est ce qu'on appelle la *longueur réduite* du circuit primitif. Cette réduction est facile à faire.

Car, si on désigne par :

l_1 l_2 l_3 les longueurs des diverses parties du circuit L à réduire

s_1 s_2 s_3 leurs sections respectives,

c_1 c_2 c_3 leur conductibilité,

i l'intensité du courant qui est constante dans tout le circuit, quels que soient le diamètre et la conductibilité de chaque partie.

On aura :

(*g*) $$i = \frac{s_1 c_1}{l_1} \cdot i = \frac{s_2 c_2}{l_2} \quad i = \frac{s_3 c_3}{l_3}, \text{ etc.}$$

Et si on désigne par X la longueur réduite de L, par

l'_1 l'_2 l'_3 les longueurs réduites, équivalentes à l_1 l_2 l_3, etc., et par

s leur section commune,

c leur conductibilité commune,

On aura aussi :

$$i = \frac{s\,c}{l'_1} \quad i = \frac{s\,c}{l'_2} \quad i = \frac{s\,c}{l'_3}, \text{ etc.}$$

et par conséquent, en éliminant i entre ces équations et leurs correspondantes,

(*h*) $$l'_1 = l_1 \frac{s\,c}{s_1\,c_1} \quad l'_2 = l_2 \frac{s\,c}{s_2\,c_2} \quad l'_3 = l_3 \frac{s\,c}{s_3\,c_3}, \text{ etc.}$$

ce qui donnera pour la longueur réduite cherchée X :

$$X = l_1 \frac{s\,c}{s_1\,c_1} + l_2 \frac{s\,c}{s_2\,c_2} + l_3 \frac{s\,c}{s_3\,c_3} + \text{etc.}$$

(*i*) $$X = s\,c \left(\frac{l_1}{s_1\,c_1} + \frac{l_2}{s_2\,c_2} + \frac{l_3}{s_3\,c_3} + \text{etc.} \right)$$

Si on prend pour unité de résistance celle d'un fil de section s, de conductibilité c, et d'un mètre de longueur, comme dans ce cas la résistance est proportionnelle à la longueur, il en résulte que la résistance X aura pour expression sa valeur en *mètres*; si, de plus, on fait $c = 1$ et $s = 1$, elle sera représentée par la formule plus simple :

(*k*) $$X = \frac{l_1}{s\,c_1} + \frac{l_2}{s_2\,c_2} + \frac{l_3}{s_3\,c_3} + \text{etc.}$$

Alors la formule générale qui donnera l'intensité du courant dans un circuit hétérogène en fonction, de la longueur, de la section et de la conductibilité de chaque partie, ou de la longueur réduite, sera :

$$F = \frac{E}{\frac{l_1}{s_1 c_1} + \frac{l_2}{s_2 c_2} + \frac{l_3}{s_3 c_3} + \text{cet.}} = \frac{E}{X}$$

représentant par 100 la conductibilité du platine, on a pour les divers métaux les résultats inscrits dans le ta- suivant :

eau de la conductibilité des métaux, celle du platine étant à 100.

OMS MÉTAUX.	DAVY.	BECQUEREL.	POUILLET.	
....	600	447	602	La différence des résultats peut être attribuée au degré divers de la pureté des métaux employés, à la nature de la source électrique, à la tension du fluide, etc.
....	550	609	448	
....	109	94	»	
....	100	100	100	
....	400	571	465	
....	380	50	»	
....	»	»	92	
....	88	95	81	
....	»	174	»	
re........	»	21	11	
ium	»	8	»	

conductibilité des liquides est très-faible, car, en prenant le l'eau distillée pour unité, on a, d'après M. Pouillet :

our celle de l'eau distillée. 1
— l'eau avec $\frac{1}{20\,000}$ d'acde azotique. 6
— l'eau saturée de sulfate de zinc. . 167
— — sulfate de cuivre. 400
— l'eau saturée de sulfate de cuivre avec 1 volume d'eau 256
— l'eau saturée de sulfate de cuivre avec 2 volumes d'eau. . . . 174
— l'eau saturée de sulfate de cuivre avec 4 volumes d'eau 124

on compare la conductibilité des liquides à celle des mé- on reconnaît que celle de ces derniers est énorme relati-

vement à celle des premiers. Car celle du cuivre, par exemple, est 16,000,000 de fois plus grande que celle d'une dissolution saturée de sulfate de cuivre, et 6,400,000,000 de fois plus grande que celle de l'eau distillée.

Celle du platine serait 1,200,000,000 de fois plus grande que celle de l'eau distillée. Ce rapport suffit pour comparer la conductibilité d'un liquide quelconque à celle d'un métal donné et pour transformer la couche de liquide conducteur en *longueur réduite* équivalente.

La terre, employée comme conducteur pour former un circuit galvanique, jouit de singulières propriétés. Ainsi, la terre se comporte comme un conducteur ordinaire quand elle réunit deux extrémités voisines d'un conducteur métallique; mais quand la distance entre celles-ci a atteint une certaine grandeur et augmente, la *résistance de la terre diminue;* enfin il arrive que la *résistance de la terre devient nulle* quand cette grandeur a atteint une certaine limite et croît ensuite indéfiniment.

Cette propriété est très-avantageuse quand on emploie la terre pour compléter de très-grands circuits, comme ceux, par exemple, des lignes télégraphiques ; mais, dans les applications de l'électricité aux expériences de l'artillerie, où les circuits ne dépassent pas quelques kilomètres, il sera préférable d'employer des conducteurs interpolaires entièrement métalliques.

IIII.

Il peut être nécessaire de connaître l'intensité du courant dans ses diverses dérivations. Ce problème n'offre pas de difficultés.

On commencera à calculer les longueurs réduites du circuit primitif, de chaque dérivation, et du circuit principal.

Soit t, l'intensité du *courant primitif* (on appelle ainsi celui qui existerait avant la dérivation) ;

x, celle du *courant principal* (on appelle ainsi celui qui passe dans la partie conservée du circuit primitif après les dérivations);

y, celle du *courant partiel* (on appelle ainsi celui qui passe

dans la partie du circuit primitif comprise entre les points de dérivation) ;

z, celle du *courant dérivé* (celui qui passe dans un fil de dérivation) ;

Soit l la longueur totale réduite du circuit primitif ;

l' celle du circuit principal ou non divisé ;

λ celle du circuit partiel ;

λ celle du circuit de dérivation.

En observant que la force du courant dans chacun des conducteurs adjacents λ λ' est en raison inverse de leurs longueurs réduites, et que la longueur réduite d'un seul fil métallique qui, substitué aux deux, n'altérerait pas la force du courant, est :

$$\Delta = \frac{\lambda \lambda'}{\lambda + \lambda'}$$

1° On aura, pour les intensités cherchées avant la dérivation,

$$t = \frac{E}{l + l'}$$

2° Dans la portion principale l'

$$x = \frac{E}{L + \Delta} = \frac{E(\lambda + \lambda')}{L(\lambda + \lambda') + \lambda \lambda'}$$

3° Dans la portion du circuit primitif comprise entre les points de dérivation,

$$y = \frac{E}{L + \Delta} \times \frac{\Delta}{\lambda'} = \frac{E \lambda'}{L(\lambda + \lambda') + \lambda \lambda'}$$

Enfin, dans le fil de dérivation,

$$z = \frac{E}{L + \Delta} \times \frac{\Delta}{\lambda'} = \frac{E \lambda}{L(\lambda + \lambda') + \lambda \lambda'}$$

IV.

Maintenant il est facile de résoudre le problème essentiel dans les applications de l'électro-magnétisme :

Trouver la composition d'une pile capable de produire un

courant d'une intensité voulue dans un circuit donné, quelle que soit sa longueur :

Soit I, l'intensité que doit avoir le courant agissant sur un galvanomètre déterminé ;
L, la longueur réduite du circuit interpolaire ;
E, la force électro-motrice d'un élément donné ;
l, la longueur réduite de la résistance de cet élément ;
n, le nombre inconnu de ces éléments.

On emploiera, pour déterminer n la formule B qui deviendra avec la donnée précédente :

$$I = \frac{nE}{nl + L} \text{ d'où}$$

$$\text{(C)} \qquad n = \frac{LI}{E - lI}$$

n devant être un nombre entier, on augmentera ou on diminuera d'une unité le plus grand nombre entier contenu dans $\frac{LI}{E - lI}$, selon que le reste sera plus grand ou plus petit que $\frac{1}{2}$. Dans le premier de ces deux cas, la pile sera un peu trop forte, et dans l'autre un peu trop faible ; mais on lui donnera facilement la force suffisante en augmentant ou en diminuant la résistance au moyen d'un rhéostat placé dans le circuit.

Comme application numérique, supposons qu'on veuille obtenir, dans un circuit de 2,000 m. de longueur réduite, un courant d'une intensité représentée par 5° sur un galvanomètre dont la résistance est 50 m. Soit 13 m. celle de l'élément de Bunsen, qui produit un courant capable de donner une déviation de 62° quand le circuit est nul.

La force électro-motrice de l'élément sera :

$$Tang.\, 62° = \frac{E}{13 + 50} \quad 1{,}880 = \frac{E}{63} \text{ d'où}$$

$$E = 119{,}440 \quad Tang.\, I = Tang.\, 5° = 0{,}087.$$

Par conséquent, la formule (C) donnera :

$$n = \frac{2{,}000 \times 0{,}087}{119{,}440 - 4{,}350} = \frac{189{,}220}{115{,}090} = 1{,}64.$$

On prendra, par conséquent, $n = 2$.

V.

des galvanomètres. — Le choix du galvanomètre
our mesurer l'intensité d'un courant n'est pas in-
la sensibilité de cet instrument dépend des condi-
les sa construction a été assujettie. Les lois précé-
ncées permettent d'établir cette relation importante.
nous représentons par n le nombre des tours du
nomètre, par s sa section, et par c son contour ou
yen, la longueur du fil galvanométrique sera $\frac{nc}{s}$;
longueur réduite du circuit dans lequel on intro-
omètre, l'intensité du courant sera représentée par :

$$i = \frac{E}{L + \frac{nc}{s}}$$

ppose, ce qui est sensiblement vrai, que tous les
alement distants des pôles de l'aiguille aimantée,
lvanomètre sur celle-ci sera proportionnelle à l'in-
rant et au nombre de tours que fait le fil ; on aura

$$n\,i = \frac{nE}{L + \frac{nc}{s}}$$

nontre que la sensibilité du galvanomètre dépend
ectro-motrice de la pile et de la longueur L du cir-
uel on le place.

. peut être nul ou très-petit relativement à la lon-
ı très-grand relativement à cette dernière :
L = o ou négligeable auprès de $\frac{nc}{s}$, la formule

$$n\,i = \frac{nE}{\frac{nc}{s}} = \frac{sE}{c}$$

e, dans ce cas, la sensibilité du galvanomètre est
de n nombre des tours, et proportionnelle à la

section du fil galvanométrique. Il y a alors avantage à employer un fil très-gros.

2° Quand L est très-grand et $\frac{nc}{s}$ négligeable, la formule (*D*) devient :

$$n\,i = \frac{n\,E}{L},$$

Dans ce cas, la sensibilité est proportionnelle à n, nombre des tours du fil galvanométrique ; c'est alors que le galvanomètre est véritablement multiplicateur.

Ainsi, selon que la résistance d'un circuit sera petite ou grande relativement à celle de la pile employée, il faudra faire usage du galvanomètre à gros fil et à un seul tour, ou de celui où le nombre des tours sera considérable.

LETTRE SUR LA NÉCESSITÉ

DE

L'ÉTUDE DES SCIENCES

ET DES ARTS

DANS LA PROFESSION MILITAIRE

ENVOI.

Vous m'annoncez, mon jeune ami, qu'étant sur le point de terminer vos études, vous songez déjà au choix d'une carrière, et que vous vous sentiriez, sauf l'avis de vos parents, assez de goût pour l'état militaire, s'il ne fallait, pour y arriver, vous livrer à l'étude des sciences mathématiques et des arts graphiques pour lesquels vous éprouvez peu de propension : vous ajoutez, d'après ce que vous avez entendu dire à quelques personnes en qui vous avez confiance, qu'une fois entré dans la carrière, ces sciences et arts sont rarement utiles à l'officier relativement aux fonctions qu'il remplit, et qu'il est fâcheux qu'on exige ainsi des jeunes gens, pour leur admission aux écoles militaires, des connaissances ardues qui peuvent rebuter et écarter des sujets ayant du goût et de l'aptitude pour l'état militaire.

Je ne pense pas que les personnes dont il vient d'être question aient voulu, en vous parlant ainsi, flatter chez vous l'instinct de paresse qui se révèle

généralement chez tout individu songeant à un travail pénible qu'il lui faut faire pour arriver à son but; vous avez, en effet, suffisamment prouvé par votre intelligence, votre application et vos succès, que vous surmontiez fort bien les difficultés offertes par l'étude; — j'admets donc que l'objection qui vous a été faite et que vous m'indiquez dans votre lettre a été sincère, et je viens la combattre auprès de vous, non pas dans le but d'influencer le choix que vous ferez incessamment d'une carrière, car je n'ai pour cela nuls droits sur vous, mais uniquement pour éclairer votre inexpérience en vous montrant avec quelques détails de quel secours les sciences et les arts sont aux officiers de tous grades dans la pratique de la guerre : j'espère ainsi, sinon fortifier votre goût pour l'état militaire, vous faire au moins mieux apprécier les sciences mathématiques et les arts graphiques, dont vous prendrez nécessairement quelque teinture comme complément de vos études avant de quitter les bancs du collége, teinture qui vous servira plus d'une fois dans le cours de votre existence, comme vous le verrez en vieillissant, quelle que soit la profession que vous embrassiez.

Je vous prie, au reste, de recevoir cette *Lettre sur la nécessité de l'étude des sciences et des arts dans la profession militaire*, comme un faible gage de l'amitié que je vous ai vouée.

LETTRE

Sur la nécessité de l'étude des sciences et des arts

DANS

LA PROFESSION MILITAIRE.

Dès qu'il y eut deux hommes sur cette terre il y eut guerre : Caïn tua Abel.

C'est qu'il existe chez l'homme des passions énergiques et tumultueuses, des besoins impétueux, des volontés inébranlables, dont la satisfaction ne peut souvent avoir lieu qu'au détriment d'autrui. Dans l'état de simple nature, l'homme n'hésite pas entre l'objet qu'il convoite et son semblable qui lui fait obstacle; il supprime l'obstacle en le tuant s'il est le plus fort. Dans l'état de société, cette manière brutale de satisfaire son désir est un crime : la loi le déclare ainsi et châtie en conséquence le coupable. Mais si

les sociétés humaines, régies par des lois, sont ainsi parvenues à se purger à peu près de la guerre entre individus, elles ont en revanche, par leur organisation, acclimaté probablement à tout jamais la guerre entre elles : en supprimant le mal en petit on a étendu le mal en grand : c'est assez ordinairement le sort des affaires en ce monde où, depuis l'origine du globe, les petites choses sont beaucoup mieux traitées que les grandes.

Je viens de dire que l'état de guerre entre les sociétés humaines était dû au système d'organisation de ces sociétés, de ces nations : n'ont-elles pas, en effet, sur une vaste échelle, les mêmes besoins, les mêmes passions que l'homme individuel? Presque toutes ne consomment-elles pas annuellement au-delà de leurs revenus, ce qui les oblige à contracter des dettes, sources inévitables de révolutions intérieures et extérieures? N'ont-elles pas, comme les individus, le désir faux de briller, ce qui leur fait souvent préférer, dans certains établissements publics, un faste ruineux à un confortable utile? Ne sont-elles aussi susceptibles, aussi irascibles quant au point d'honneur national que des coqs rivaux? Enfin, la mobilité ne fait-elle point le fond de leur caractère comme elle fait le fond du caractère humain, et par suite leurs alliés d'hier ne peuvent-ils pas, sans autre motif que le besoin du changement, devenir leurs adversaires de demain?

Aussi, tant que les sociétés humaines, tant que les nations seront organisées comme elles le sont de nos

jours, il y aura entre elles de nombreux sujets de dissensions, et n'en déplaise à l'*abbé de Saint-Pierre* (1) et aux *congrès de la paix*, une entente cordiale universelle ne pourra jamais subsister éternellement : la guerre continuera à planer sur les peuples comme une nécessité terrible de leurs constitutions et de leurs situations respectives.

Est-ce à dire qu'il soit impossible d'arriver un jour à venir à asseoir sur de meilleures bases l'existence

---

(1) *J.-J. Rousseau* approuve hautement le *Projet de paix perpétuelle* de l'*abbé de Saint-Pierre*, projet dont il a publié un extrait. Mais *Voltaire*, tête autrement forte en politique pratique que celle du philosophe de Genève, traite ce projet de *chimérique* (voyez le *Siècle de Louis XIV*, au mot *Saint-Pierre* du catalogue des écrivains) et avoue (*Diction. philos.*, au mot *Guerre*) *que la guerre est un fléau inévitable*, tout en s'élevant avec énergie contre les excès des guerres et surtout contre les guerres injustes entreprises pour des motifs puérils : il a en outre écrit une facétie intitulée : *Rescrit de l'empereur de la Chine, à l'occasion du projet de paix perpétuelle*. Frédéric II, ce grand capitaine qui sut si bien éviter la guerre après l'avoir faite en maître, dit que *la guerre est un mal qu'on ne saurait empêcher, faute d'un tribunal pour juger les causes des souverains*. (*Œuv. posth.*, t. VI, p. 103.) Voyez aussi ses *Lettres à Voltaire* du 9 octobre 1773, 26 novembre 1773, 30 juillet 1774. Montesquieu est beaucoup moins explicite sur la perpétuité de la guerre : voyez cependant son *Esprit des lois*, livre X, chapitre II.

politique et publique des nations, de manière à diminuer notablement entre elles les chances de guerre : non, sans doute, l'esprit se plaît à concevoir un semblable résultat; mais il faudra, avant d'en arriver à ce point voisin de l'âge d'or, que l'esprit humain fasse encore bien des conquêtes et que chaque individu devienne assez doué de sagesse, de prudence et d'abnégation personnelle pour que les nations puissent à leur tour pratiquer ces vertus entre elles au profit de la paix.

En attendant cet heureux instant de perfectibilité humaine, en attendant cette époque désirable pendant laquelle on pourra tenter de constituer la société sur de nouveaux fondements sans risquer pour une amélioration des bouleversements inouïs, il faut se résoudre à regarder la guerre comme un mal nécessaire inhérent à notre nature. Et, d'ailleurs, la suppression totale de la guerre serait-elle un bien dans l'état actuel de nos sociétés modernes, et, malgré la répulsion qu'éprouvent les cœurs sensibles pour cette pensée positive, les nations, pour prospérer, n'ont-elles pas besoin d'un exutoire d'une certaine force, comme quelques hommes, pour jouir d'une santé parfaite, ont besoin d'un vésicatoire ou d'un cautère?

Mais supposons un peuple ayant renoncé à tout projet de conquête et d'agrandissement, à toute *guerre offensive :* il n'aura pas pour cela supprimé a guerre, car si une nation voisine vient l'attaquer il

udra bien qu'il se défende. De même que la société, our se défendre, répond à l'assassinat par la guillotine, de même un peuple attaqué par un autre sera ontraint de répondre à la guerre par la guerre. insi, la guerre n'est plus seulement un mal nécessaire et inévitable, la voilà devenue une chose utile : lle ne servira plus uniquement à donner aux esprits remuants et inquiets une occupation moins nuisible l'État que les révolutions qu'ils pourraient faire en emps de paix, elle servira à protéger la société contre une attaque injuste, à garantir la patrie, les amilles, les propriétés, des misères qu'entraîne une invasion. Bien plus, la guerre, elle aussi, a son humanité, car bien menée elle décide promptement entre deux adversaires, et par l'issue de quelques collisions sanglantes amène la soumission de l'un des partis : et souvent alors, plus elle est meurtrière, plus elle paraît inhumaine, plus cependant elle est réellement humaine ; car il faut écarter les grands dangers par de grands et formidables coups, car il vaut mieux que 100,000 hommes périssent dans une campagne, si moyennant ce sacrifice cette campagne doit terminer la guerre, que 500,000 dans une série de campagnes dont les résultats menacent d'éterniser cette guerre.

Ainsi les nations peuvent être obligées de faire la guerre contre leur gré, et à des époques qu'il est difficile de prévoir long-temps à l'avance : c'est pour-

quoi il leur faudra se tenir toujours prêtes à parer à cette éventualité.

Or, pour faire la guerre, il faut des combattants; seront-ce des combattants temporaires, c'est-à-dire devenant non combattants après que le but aura été atteint, ou seront-ce des combattants permanents, faisant de l'état militaire leur profession? Depuis long-temps l'expérience des âges a prononcé, et l'on a reconnu qu'il était préférable d'avoir des troupes permanentes et soldées au lieu de troupes temporaires; le nombre de ces troupes permanentes et soldées variera suivant l'importance de la guerre à faire, suivant la population et la richesse du peuple qui la soutiendra; mais souvent ce peuple sera obligé de mettre sur pied un plus grand nombre de troupes que ces deux éléments de sa puissance ne le comportent, et alors leur entretien sera pour lui un fardeau onéreux qu'il ne pourra supporter long-temps sous peine de voir s'épuiser sa force et ses ressources.

Heureusement la guerre n'est pour les nations qu'un état transitoire et forcé, et le fardeau dont il vient d'être question ne pèsera que momentanément sur les individus appelés à le supporter : nonobstant, comme ce fardeau, si peu qu'il dure, dure toujours trop, il faudra songer à l'alléger par tous les moyens dont on dispose. Or, l'un des meilleurs moyens sera celui d'abréger la guerre : l'économie, comme nous venons de le voir, le conseille : l'humanité d'ailleurs le réclame.

On peut abréger la guerre en la rendant provisoirement plus sanglante, c'est-à-dire en en précipitant et en en aggravant les évènements pour arriver rapidement à des résultats décisifs : ceci vient encore à l'appui de ce que nous avons déjà dit ci-dessus, qu'une guerre très meurtrière en apparence peut en réalité être fort humaine. Mais ce n'est là qu'un moyen d'abréviation douteux, car il dépend beaucoup du hasard et de la manière d'agir des adversaires que l'on combat. Le moyen le plus certain de parvenir à diminuer la durée de la guerre, c'est de lui imprimer une direction énergique, intelligente, émanant d'un seul; c'est de concentrer la conduite des opérations en une seule main puissante, libre de grouper à sa volonté, suivant le temps et les lieux, les diverses sortes de troupes dont elle dispose, de manière à obtenir le plus rapidement possible un résultat avantageux; c'est, en un mot, de mettre à la tête des troupes un chef unique, brave, expérimenté, clairvoyant, prudent, lorsqu'il s'agit de prendre une décision, prompt à agir une fois la décision prise, sans autres passions que celle de la gloire et du devoir, exempt d'influences privées ou publiques qui puissent paralyser son bras.

Chez une grande nation, ces troupes portent le nom d'*armée*, ce chef unique le titre de *général en chef*.

Une armée digne de cette appellation est au moins forte de 20 à 25,000 hommes; il faut donc entre

toute armée et son général en chef, pour assurer la transmission des ordres de ce dernier, des chefs intermédiaires qu'on appelle *officiers*. Une armée se partage en divisions, une division en brigades, une brigade en régiments, un régiment en bataillons ou escadrons, un bataillon ou escadron en compagnies : les compagnies sont commandées par des officiers inférieurs (sous-lieutenants, lieutenants, capitaines), les bataillons, escadrons et régiments par des officiers supérieurs (chefs de bataillon ou d'escadron, lieutenant-colonel, colonel), les brigades par des généraux de brigade, les divisions par des généraux de division ; ceci s'applique aussi bien aux troupes à cheval (cavalerie) qu'aux troupes à pied (infanterie). Outre ces deux espèces de troupes, une armée renferme des troupes armées de canons (artillerie) et des troupes portant avec leurs armes des outils (génie) : l'artillerie se divise en batteries, le génie en compagnies ; les compagnies du génie se groupent en bataillons. De plus, il y a toujours dans une armée des officiers isolés ne commandant point à des troupes : ce sont des officiers d'état-major ; on distingue le corps d'état-major proprement dit, l'état-major de l'artillerie et l'état-major du génie. Dans l'artillerie, dans le génie, dans les différents états-majors, la hiérarchie des grades d'officiers est la même que dans les troupes à pied et à cheval.

Il y a bien encore, outre ces corps agissants, des corps de non combattants, des corps administratifs,

l'artillerie, le corps du génie, forment cha- arme (1); c'est-à-dire qu'on appelle arme espèce de troupes d'une nature particulière; pes à pied ne diffèrent-elles pas en effet des à cheval, des troupes armées de canons, des munies d'outils, et ces trois dernières es- e troupes ne présentent-elles pas aussi entre s caractères distincts ?

ns maintenant quelles sont à la guerre les s de chaque arme.

[illegible] du génie n'est pas encore admis par tous les au- [illegible] de former une arme; mais depuis la révolu- [illegible] de 1789, où pour la première fois ses troupes ont [illegible]ganisation régulière, ce corps mérite assurément [illegible] et par la nature toute spéciale de son ar- [illegible] les divers genres de services qu'il rend en cam- [illegible] réclament pour le corps du génie le rang [illegible] volontiers que c'est une arme dépourvue e particulière, et sous ce rapport je ne m'étonne uré de *Tactique des trois armes*, donné à plusieurs [illegible]

L'infanterie forme le fond des troupes dans presque toutes les actions de guerre; elle combat en ligne, soit pour attaquer, soit pour défendre, dans les pays de montagne aussi bien qu'en plaine, et cela quelle que soit la saison : elle enlève les positions fortifiées occupées par l'ennemi, et contribue puissamment à la défense des places fortes : en plaine, laissée à elle-même, elle résiste bien à la cavalerie, mais peu à l'artillerie : aussi doit-elle pouvoir, par des mouvements rapides, se dérober à temps aux effets destructeurs de cette arme redoutable. Outre cette nécessité pour elle de savoir manœuvrer promptement, sous le feu ennemi, l'infanterie doit également être dressée à exécuter des feux vivement répétés et assez bien conduits et visés pour nuire réellement à l'adversaire : joignez à ceci qu'il est indispensable qu'elle soit rompue aux marches forcées et endurcie à la fatigue, aux intempéries, aux privations, et vous aurez tracé les bases principales de l'instruction des troupes d'infanterie, qui peuvent se résumer sommairement en ces trois mots : *marches*, *manœuvres*, *feux*.

Les officiers supérieurs d'infanterie ont pour mission de commander et d'exercer les troupes sous leurs ordres dans les marches, dans les manœuvres, dans les feux, ainsi que dans toute action de guerre (escarmouche, affaire de poste, combat, bataille, attaque ou défense de lignes, passage offensif ou défensif de rivière et de défilé, conduite ou en-

ent de convois, etc.) qui exige une combi-
a de ces trois moyens d'opérations ou seulement
ux d'entre eux. Les officiers des compagnies
nt et surveillent, dans ces divers moyens d'o-
ons et dans les actions qui en dérivent, les
ements des hommes de leur compagnie de la
re indiquée par les décrets, ordonnances,
nents, instructions, et, dans les cas imprévus,
manière la plus propre à produire de bons ré-
s. Les officiers faisant partie de l'état-major du
ent se subdivisent en officiers chargés spéciale-
de l'administration et dont le contrôle s'étend
nt le régiment (major, capitaine-trésorier, ca-
e d'habillement, officier d'armement), et en of-
s chargés de maintenir la discipline et de régu-
r les manœuvres en plaçant les jalons et en
: les points de repère nécessaires, et dont le
nandement ne s'étend que sur le bataillon au-
ils sont attachés (adjudants-majors et adju-
).

mission de la cavalerie se réduit à ces deux
: *attaquer et poursuivre*, qui justifient sa divi-
en grosse cavalerie et en cavalerie légère : les
sont pour elle un accessoire, elle n'agit que par
harges à l'arme blanche depuis Frédéric II et
tz, dont les deux noms sont à cet égard insépa-
s. Toute l'instruction des cavaliers aura donc
but de les dresser à bien se tenir à cheval, à
lre à chaque allure un point d'appui sur les

étriers de manière à sabrer solidement et à galoper aligné et serré, afin que le front présente un ensemble assez rectiligne pour que tous ses points pénètrent au même instant en faisant coin (1) dans la troupe ennemie. La cavalerie devra aussi savoir rapidement exécuter des changements de front, parce qu'elle se trouve dépourvue d'action latérale et qu'elle ne peut attaquer que de face : la promptitude doit être le caractère de toutes ses évolutions.

Les fonctions des officiers supérieurs et inférieurs de cavalerie tendront donc principalement à diriger, à surveiller et à enlever en les électrisant les cavaliers sous leurs ordres pendant les charges et les poursuites : ils auront en outre à faire preuve de bravoure et d'intelligence dans des missions déta-

(1) Il n'est peut-être pas inutile de remarquer qu'un objet peut pénétrer dans un autre *en faisant coin* sans pour cela affecter la forme triangulaire : ainsi une colonne qui rompt par son attaque la ligne ennemie, présente à sa tête une forme rectangulaire, et cependant elle fait coin, c'est-à-dire plus elle pousse en avant, plus elle pénètre dans cette ligne, plus elle l'écarte et la disloque. C'est en s'appuyant sur cette réflexion que Maizeroy a combattu savamment l'existence du coin chez les anciens (*caput porci, acies cuneata*) : nonobstant son opinion et malgré le peu de clarté de ce que nous ont transmis les auteurs grecs et latins sur ce sujet, il paraît cependant que l'on a réellement employé dans l'antiquité le coin triangulaire comme formation tactique.

chées, telles que les avant-gardes, les avant-postes, les reconnaissances, les contributions, les fourrages, les convois, les escortes, qui leur sont exclusivement confiées toutes les fois que les circonstances exigent de la célérité, cas dans lequel on adjoint au besoin à la cavalerie de l'artillerie à cheval.

L'artillerie est appelée à nuire le plus possible à l'ennemi dans l'offensive et à le repousser dans la défensive : elle sert aussi bien en rase campagne et en pays de montagnes que sur les côtes et derrière ou devant les parapets. Ses officiers doivent savoir la conduire à l'ennemi, en temps de guerre et en temps de paix, créer son matériel, c'est-à-dire fondre les canons, obusiers et mortiers et leurs projectiles, construire les affûts, avant-trains, caissons et voitures diverses y relatives, fabriquer les poudres, les armes à feu portatives et les armes blanches de toute espèce.

Le génie, en temps de paix, construit et répare les fortifications et les bâtiments militaires : en temps de guerre, il est chargé de tous les travaux d'attaque et de défense des places, ainsi que d'établir les campements et les fours en terre, d'élever les fortifications passagères, et de faire à l'avant-garde ou à l'arrière-garde les travaux nécessaires à la sûreté des colonnes. Il jette en outre sur les rivières tous les ponts autres que les ponts de bateaux dont les équipages sont traînés à la suite de l'armée et qui sont du ressort de l'artillerie. Les officiers du génie, qu'ils

soient attachés aux troupes ou qu'ils fassent partie de l'état-major de leur arme, participent, chacun dans la limite des attributions de leur grade respectif, à ces différents genres de travaux; de plus, ils sont souvent chargés de la reconnaissance militaire des terrains sur lesquels on doit opérer.

Il existe un corps d'officiers sans troupes spécialement destiné à relier entre elles les opérations des quatre armes, à donner de l'ensemble à leurs mouvements en guidant, sous la direction du général en chef et des autres généraux, leurs travaux vers un but commun. Ce corps, c'est le corps d'état-major, dont les attributions consistent à coordonner et à transmettre les ordres des généraux aux troupes, à recueillir et à fournir aux généraux les renseignements de toute espèce sur la nature et les particularités locales du pays, sur le nombre des habitants, sur l'effectif et le matériel des troupes ennemies, sur les mutations éprouvées par l'effectif et le matériel de l'armée, à veiller, de concert avec l'intendance, à l'approvisionnement et au transport en temps et lieux utiles des subsistances, à dresser l'état des pertes, à rédiger les bulletins, en un mot à être la plume et quelquefois le bras du général en chef et des généraux de division et de brigade.

D'après ce court exposé des fonctions des officiers de chaque arme, il est facile de se convaincre de la nécessité d'enseigner aux élèves des écoles militaires, tous appelés à devenir officiers, les sciences mathématiques et les arts graphiques.

les officiers des armes spéciales, cela ne fait
noindre doute, car ils ont à exécuter des
ions ardues et des épures minutieuses et

l'officier d'état-major qui se trouve destiné
ouvent des opérations géodésiques, c'est-à-
triangulations ayant pour but de mesurer
ent des portions de la surface de la terre et
ations topographiques, c'est-à-dire des le-
âce auxquels il puisse représenter sur un
détails locaux des mêmes portions de ter
peut évidemment se passer de ces sciences
arts.

'officier du génie, souvent appelé à suppléer
reconnaissances militaires l'officier d'état-
: obligé par la nature même de ses fonctions
aride des divers ouvrages de fortification
nte ou passagère et de leurs tracés, et à la
nce approfondie des secrets de l'art de bâtir
lcanes de l'art d'attaquer et de défendre les
e peut pas plus se passer de ces sciences et
ts, que l'ingénieur des ponts et chaussées et
:te.

l'officier d'artillerie chargé de la fabrication
s les espèces d'armes, portatives ou non,
ou à feu, et des affûts, avant-trains, chariots
ort et voitures diverses y relatives ; occupé,
onte des projectiles, de la fabrication de la
concurremment avec les commissaires des

poudres et salpêtres; — astreint en outre en temps de guerre à évaluer la force des cours d'eau et rivières afin de ne jeter les ponts de bateaux à équipages portatifs que là où ils peuvent réussir, — doit nécessairement, depuis son jeune âge, être familier avec les sciences mathématiques et les arts graphiques (1).

Mais la chose n'est point aussi évidente pour les officiers d'infanterie et de cavalerie, et c'est pourquoi nous allons entrer à leur sujet dans quelques détails.

Assurément, pour bien coopérer aux manœuvres d'un escadron ou d'un bataillon, soit qu'on les commande comme chef, soit qu'on y participe comme officier inférieur, il n'est point indispensable de connaître les éléments des sciences mathématiques et les arts graphiques : les bénéfices d'une instruction secondaire ordinaire, c'est-à-dire de l'instruction puisée dans nos colléges ou lycées, suffisent générale-

---

(1) Monge a contribué, en 1793, à la défense énergique de la France, sur ses frontières, par l'indication de moyens rapides pour extraire le salpêtre du sol des caves, pour fabriquer la poudre, pour mouler et forer les canons, pour fabriquer les fusils : c'est un des exemples les plus frappants de l'utilité dont les sciences chimiques et physiques peuvent être dans leurs applications à l'art militaire; car sans poudre, sans canons, sans fusils, que seraient devenus le courage de nos soldats et l'habileté de nos officiers ?

ment, et même on voit souvent dans les régiments de cavalerie et d'infanterie des officiers sortis des sous-officiers, et qui n'ont point reçu cette instruction, se trouver au niveau de leurs camarades qui ont été assez favorisés pour jouir de cet avantage; il est vrai, ces officiers sont doués de talents naturels qui leur ont permis d'acquérir, par des études tardives et laissant plus de traces, ce que leurs camarades, anciens élèves des lycées et des écoles, ont appris dans leur jeune âge; mais ils n'en prouvent pas moins que l'on peut, pour le service proprement dit de l'infanterie et de la cavalerie, se passer jusqu'à un certain point de la connaissance des sciences mathématiques et des arts graphiques.

Je dis à dessein *jusqu'à un certain point*, parce qu'il importe aux officiers de ces deux armes, et surtout à ceux des troupes à pied, de savoir apprécier les avantages et les défauts d'une position afin d'en tirer le meilleur parti possible : or, ce talent d'appréciation implique nécessairement connaissance de la topographie et de la fortification, qui n'est autre chose, dans sa définition la plus générale, que l'art de profiter, dans un but défensif, des obstacles naturels et artificiels, et pour savoir la topographie et la fortification, il faut avoir étudié les sciences mathématiques et les arts graphiques.

D'ailleurs les officiers d'infanterie et de cavalerie n'ont-ils à agir qu'avec leur régiment et sous le commandement de leur colonel? N'arrive-t-il pas souvent

qu'ils se trouvent détachés? Et alors, isolés et sans conseils, seuls avec leur troupe, ne faut-il pas qu'ils se tirent d'affaire et remplissent, outre leurs fonctions d'officiers d'une arme principale, les fonctions des officiers des armes spéciales, c'est-à-dire qu'ils soient à la fois, au besoin, officier d'infanterie (ou de cavalerie), officier d'artillerie, officier du génie, officier d'état-major? C'est à-dire, en d'autres termes, que se trouvant momentanément commander en chef, mais l'importance des troupes sous leurs ordres étant trop minime pour qu'on leur adjoigne, comme à un général en chef, un chef d'état-major, un chef de l'artillerie, un chef du génie, il leur faut forcément être à eux-mêmes leur chef d'état-major, leur chef de l'artillerie, leur chef du génie. Alors surtout ils ont besoin de connaissances justes, quoiqu'élémentaires, sur la topographie, l'artillerie, la fortification; car il sera utile qu'ils reconnaissent le terrain sur lequel ils opèrent et même s'il est possible qu'ils en dressent un croquis figuré propre à les guider, qu'ils veillent à la conservation et au bon usage des armes dont leurs troupes sont pourvues, enfin qu'ils renforcent, s'ils en sentent la nécessité, leur campement par des fossés, des abattis et autres défenses accessoires, quelquefois même par un léger parapet.

Et puis, dans l'instruction que l'on donne aux élèves des écoles militaires, doit-on avoir uniquement pour but d'en faire des officiers inférieurs? Non sans doute, il faut aussi développer leur intelligence et

meubler leur cerveau assez pour que leurs connaissances, jointes à l'expérience qu'ils acquerront dans le service, leur permettent de devenir un jour, si la fortune leur sourit, de bons officiers supérieurs, d'habiles officiers généraux, voire même d'illustres maréchaux ; car le proverbe, que tout soldat porte dans sa giberne le bâton de maréchal de France, qui caractérise si nettement l'admissibilité légale de tous les citoyens aux plus hauts grades militaires, concerne aussi bien l'officier que le soldat.

Or, l'officier général, qu'il commande ou non en chef, ne doit-il pas, outre la stratégie, la grande tactique, la logistique (science du chef d'état-major) et l'administration, connaître à fond la topographie et la statistique, sciences sur lesquelles se basent toutes les opérations militaires. Comment, en effet, concevoir nettement un plan de campagne, en dicter avec précision les ordres d'exécution, comment surtout, en cas de succès ou de revers, modifier inopinément ce plan suivant les nouvelles phases offertes par la fortune, sans avoir des notions exactes sur la nature et les ressources des contrées où l'on veut agir, et comment percevoir promptement ces notions, si une bonne instruction première ne met à même de lire avec fruit les cartes topographiques et mémoires à l'appui, dressés à la hâte par les officiers de l'état-major ou du génie envoyés en reconnaissance. Bien plus, tout officier général doit posséder les éléments des diverses sciences militaires, et notamment des

sciences de l'artillerie et du génie, afin d'apprécier les propositions relatives à la conduite de ces armes qui lui sont faites par les chefs de l'artillerie et du génie placés sous ses ordres, et pouvoir au besoin, en cas de conteste entre ces deux officiers, prononcer en connaissance de cause et de la manière la plus utile au bien commun, c'est-à-dire en faisant prévaloir l'intérêt général avant l'intérêt particulier. Et comme, pour posséder la topographie, l'artillerie, la fortification, il faut connaître les sciences mathématiques et les arts graphiques, il en résulte naturellement que la nécessité de l'étude de ces sciences et de ces arts se trouve démontrée pour les officiers destinés à devenir un jour officiers généraux, et, comme nous venons de le dire ci-dessus, tous les élèves des écoles militaires doivent être supposés dans ce cas.

Ce point établi uniquement à l'aide de considérations générales, il me semble inutile d'en venir à de plus amples détails pour corroborer ma démonstration, d'autant plus que ces détails porteraient nécessairement sur des points spéciaux de l'art militaire qui seraient peu compréhensibles pour un jeune lycéen, tandis que les considérants dont je me suis servi ne se basent à peu près que sur des idées et des termes connus de tout le monde, qui se reproduisent sans cesse dans la conversation, et qui, par conséquent, sont beaucoup plus à sa portée, car il en a nécessairement déjà quelques notions. Je crois préférable d'abriter ma démonstration sous l'opinion de

re (t. Ier, p. 157) : « Il est de nécessité pour tout
er qui veut parvenir, d'apprendre la géométrie,
ortifications, le dessin, et à lever soigneusement
arte d'un pays, connaissances qui ne sont pas
s essentielles pour la guerre de campagne que
l'attaque et la défense des places, et sans les-
les on aura une peine infinie à démêler le bon et
uvais de ce qu'on verra pratiquer, comme je ne
ue trop expérimenté. »

second s'exprime ainsi dans la *Préface* de son
oire de la guerre d'Allemagne en 1756 (traduc-
française imprimée à Lausanne en 1784, p. XIX) :
mme toute espèce d'évolution est fondée sur le
il, étant une combinaison de l'espace et du temps,
moralement impossible qu'un homme puisse cal-
ces deux objets, sans avoir quelques connais-
s de la géométrie et de l'arithmétique. » Il ap-
e ensuite un raisonnement semblable à la castra-
tion, à la fortification, à l'artillerie, branches de
militaire dont l'exécution se trouve, suivant lui,
qu'entièrement géométrique.

écrivain plus ancien, *J. de Billon, sieur de la*

Prugne, avait déjà professé la même doctrine en disant dans ses *Principes de l'art militaire* (1622, p. 79) : « La première chose qui est requise à celui qui va aux armées, c'est de savoir les mathématiques et les fortifications, et savoir assez bien peindre pour représenter tout le travail qu'il verra, tous les ordres et toutes les assiettes, car il se doit promener tous les jours par tout le camp, et tirer des plans de toutes choses qu'il voit nécessaires. »

En remontant encore plus haut, il me serait facile de montrer que cette opinion est de tous les temps; mais je m'arrête pour ne pas multiplier outre mesure les citations dans une simple lettre.

Ces citations terminées, et la cause des arts graphiques et des sciences mathématiques se trouvant ainsi plaidée à fond, examinons un peu s'il n'y aurait d'autres arts ou sciences accessoires, dont la pratique ou l'étude pourrait être utile dans la profession militaire.

I. — *L'art de la chasse* est indiqué par les auteurs de l'antiquité et les partisans modernes de leurs doctrines, comme très propre à former le *coup d'œil*, cette faculté précieuse pour tous les officiers et principalement pour l'officier de troupes légères, pour l'officier d'état-major, pour le général en chef. Frédéric II, contrairement à l'opinion de Machiavel dans le chapitre XIV du *Prince*, ne regarde point l'exercice de la chasse comme nécessaire pour former les

grands capitaines (1); il est cependant à peu près généralement reconnu, que cet exercice contribue à donner l'habitude d'observer les ressources offertes par le terrain, et que comme tel il peut servir, ainsi que les promenades raisonnées et comparatives, la fortification, les voyages préconisés sous ce rapport par l'auteur de l'*Esprit de Folard* (2), et le lever des plans topographiques, recommandé par *Mirabeau* (3), à développer le coup d'œil que la nature donne, mais que l'étude, le raisonnement, les mathématiques et l'expérience perfectionnent.

II. — *L'art de la natation* a d'autant plus d'importance, que s'il était prescrit aux troupes, et réduit comme en Prusse en corps de manœuvres pour les

---

(1) L'*Anti-Machiavel*, chap. XIV.

(2) Page 33, édition de 1761, Berlin et Lyon. Ouvrage attribué à Frédéric II, qui prônerait ainsi dans un ouvrage de son âge mûr, l'exercice de la chasse comme utile aux militaires, tandis qu'il se déclarerait d'une opinion opposée dans un ouvrage de sa jeunesse, l'*Anti-Machiavel*. Mais la contradiction est plus apparente que réelle; car, d'une part, dans cette réfutation du *Prince*, Frédéric s'élève surtout contre la chasse comme amusement nuisible et trop coûteux des grands, et d'autre part, dans l'*Esprit de Folard*, il ne rapporte point ses propres opinions, mais bien celles du tacticien français dont il analyse les œuvres.

(3) *Monarchie prussienne*, 1788, édition in-8°, t. 4, p. 259.

plus habiles, il pourrait, dans bien des cas, permettre, à la guerre, de traverser des cours d'eau sans y jeter de ponts de bateaux ou autres, ce qui épargnerait temps, travaux et matériel : l'étude de cet art, bien combiné avec les évolutions faites à terre, offre donc une haute utilité.

III. — *L'art de l'escrime*, au sabre, à l'épée, à la baïonnette, dont l'utilité pour la profession militaire est trop évidente pour que nous ayons besoin de nous y arrêter plus long-temps.

IV. — *L'art de l'équitation* est indispensable pour la cavalerie et l'artillerie, les officiers des différents états-majors, les officiers supérieurs et adjudants-majors d'infanterie.

V. — *L'art de la gymnastique*, annexé depuis plusieurs années déjà à l'enseignement des divers établissements d'instruction publique, est aujourd'hui reconnu par toutes les puissances comme un exercice élémentaire très utile au perfectionnement des troupes; aussi la plupart d'entre elles ont-elles créé des gymnases normaux militaires.

VI. — *Science historique*. « Tout dans l'histoire, a dit *Bossuet*, semble être fait pour l'usage des militaires. » L'étude attentive et comparée de l'histoire des guerres aux différentes époques, et principalement à l'époque qui vient de s'écouler, offre en effet aux officiers une mine inépuisable de faits, bons pour la plupart à être imités en quelque chose ; je n'entends point par là une imitation servile par laquelle

on reproduirait exactement au XIXe siècle une action de guerre telle qu'elle s'est passée plusieurs siècles auparavant : une semblable imitation, quand bien même on voudrait la tenter, serait matériellement impossible; car les hommes, les lieux, les circonstances contre lesquelles il faut lutter ne sont plus aujourd'hui les mêmes que jadis : j'entends uniquement une ressemblance, une analogie, une adaptation de l'idée dominante du fait de guerre passé à l'action que l'on médite. Tel est, en effet, le fruit des études historiques au point de vue militaire, qu'elles fournissent des inspirations, qu'elles insufflent des idées; or, nous pouvons l'avouer sans blesser en rien la dignité humaine, une bonne idée n'est jamais à dédaigner, même par les hommes chez qui elles abondent, et à la guerre surtout où l'on a rarement le temps de réfléchir long-temps. C'est pourquoi les deux plus grands capitaines qui aient paru depuis un siècle, Frédéric II et Napoléon (1), ont fortement recom-

(1) « Je suis du sentiment, dit *Frédéric*, que de grands faits de guerre écrits avec concision et vérité, qui développent les raisons qu'un chef d'armée a eues en se décidant, et qui exposent pour ainsi dire l'âme de ses opérations; je crois, je le répète, que de pareils mémoires doivent servir d'instruction à tous ceux qui font profession des armes. Ce sont des leçons qu'un anatomiste fait à des sculpteurs, qui leur apprennent par

mandé la *science historique* comme une branche d'instruction indispensable à tous ceux qui se destinent à la carrière des armes : elle tient lieu d'expérience aux jeunes officiers, et plus tard, dans leur âge mûr, leur sert d'appui et de guide : aussi, quoique accessoire, est-elle une des branches du savoir militaire qu'un officier doit constamment cultiver, quels que soient son arme et son grade.

VII. — *Science linguistique.* La langue française est la plus répandue, au moins militairement parlant. Dans beaucoup de pays, en effet, la plupart des termes militaires proviennent du français : on exige des officiers, chez un grand nombre de puissances européennes, la connaissance du français : par ses traductions d'ouvrages étrangers, la France et son

---

quelles contractions les muscles du corps humain se remuent. Tous les arts ont des exemples et des préceptes. Pourquoi la guerre, qui défend la patrie et sauve les peuples d'une ruine prochaine, n'en aurait-elle pas ? » *Lettre à Voltaire*, 22 *février* 1747. — Suivant *Napoléon*, « l'histoire des campagnes des grands capitaines, faite avec soin, serait un traité complet de l'art de la guerre : les principes que l'on doit suivre dans la guerre défensive et offensive en découleraient comme de source. » *Septième note sur l'ouvrage intitulé : Considérations sur l'art de la guerre*, dans ses *Mémoires*. — Le lecteur peut consulter, sur l'utilité de l'histoire, pour les militaires, l'opuscule suivant : *De la création d'une bibliothèque militaire publique*, § II, n° 11.

langage servent d'intermédiaire, quant à la science militaire, entre les peuples du Nord et les peuples du Midi de l'Europe; enfin, des écrivains militaires allemands, russes, hollandais et italiens, ont préféré pour leurs publications le français à leur langue maternelle. Ces diverses causes réunies, qui existent en partie aussi bien pour les autres sciences que pour la science militaire, ont, en général, rendu la nation française assez paresseuse à l'égard des études linguistiques, et l'armée se ressent de cette disposition. Cependant quel art a plus besoin de ces études que l'art militaire, dont l'un des principaux caractères réside dans l'universalité, c'est-à-dire dans la faculté de pouvoir, d'un instant à l'autre, s'exercer en pays étranger avec autant de facilité qu'à l'intérieur de la patrie? Et comment cet art possédera-t-il cette faculté si les idiomes étrangers ne sont pas familiers à ceux qui le pratiquent?

Voilà en peu de mots les raisons qui justifient l'institution de cours de langues étrangères dans nos écoles militaires; et, ce qui doit surtout engager les élèves à suivre ces cours d'une manière fructueuse, c'est la remarque bien constatée par l'histoire que les officiers connaissant une langue étrangère ont été de tout temps appelés à rendre à leur pays d'éminents services, source d'un prompt avancement : le même motif doit engager les jeunes officiers, après leur sortie des écoles, à continuer l'étude de la langue qui leur a été enseignée, car la *science linguis-*

tique est une de celles qui s'oublient le plus aisément quand on n'a pas soin de la pratiquer journellement. Les négociants, les ingénieurs constructeurs, les manufacturiers, parlent bien la langue de la contrée avec laquelle ils sont en relation : à leur exemple, il serait utile que le militaire sût parler la langue du peuple dans le pays duquel il peut être appelé à faire la guerre, et comme ce serait trop exiger d'un homme qu'il connût les quatre principales langues européennes, l'allemand, l'anglais, l'espagnol et l'italien, je voudrais que chacune de ces langues fut parlée par un certain nombre d'officiers, de telle sorte qu'un régiment eût toujours dans son sein des interprètes pour l'un ou pour l'autre des pays que ces langues représentent.

Les sciences géographiques et géologiques peuvent être aussi fort utiles dans la profession militaire, mais ce que l'on apprend dans les lycées suffit aux officiers, et c'est pourquoi je n'insisterai pas sur ce point. Je dirai seulement que les généraux de l'antiquité savaient déjà tirer parti de leurs connaissances scientifiques dans un but militaire, puisque Plutarque (1)

(1) Hommes illustres, *Vie de Pompée*. On peut ajouter la connaissance de l'*astronomie* à celle de la géologie, comme le fait remarquer l'auteur de l'*Essai sur les qualités nécessaires à un*

remarque que Pompée possédait l'habileté de reconnaître à la nature de ses plantes si une montagne devait renfermer des sources.

Ces sept arts et sciences accessoires (1) rentrent, je crois, beaucoup plus, mon jeune ami, dans vos goûts et dans le sujet de vos premières études, que les sciences mathématiques et les arts graphiques : ainsi, vous voyez que la profession militaire ne demande pas à ses adeptes uniquement des études ardues, mais aussi la connaissance d'arts et de sciences agréables et faciles, quoique présentant également une importance majeure. Cette réflexion vous engagera, j'espère, à surmonter votre peu de propension

---

général d'armée, Milan, 1758, p. LXII à LXV. En Afrique, les soldats qui s'égarent peuvent se retrouver en se guidant sur l'étoile polaire dont les officiers doivent leur montrer à se servir. *De la guerre en Afrique*, par le général *Yusuf*, 2e édition, 1851, p. 73.

(1) On a cité bien d'autres sciences ou arts dont l'étude pourrait être utile aux officiers, mais la plupart du temps l'assertion se trouve contestable. Ainsi, l'auteur de l'*Examen impartial de plusieurs observations sur la littérature* (Paris, in-8°, 1779, p. 323), recommande d'instruire les jeunes militaires en les faisant jouer aux *échecs*, jeu qui représente, suivant son dire, « une image parfaite de la guerre, et qui exprime ce que doit faire un bon général. » Il est heureusement assez rare de voir un écrivain sérieux descendre à de pareilles puérilités.

pour les mathématiques et le dessin linéaire, dont j'ai tâché d'ailleurs de vous démontrer l'utilité dans les considérants qui précèdent, et à ne vous déterminer pour le choix de votre carrière que d'après votre aptitude, votre goût et vos raisons de famille, mais sans tenir compte des difficultés qu'il vous faudra vaincre pour vous ouvrir les portes de la profession que vous adopterez. Une fois votre décision prise, vous ferez en sorte d'atteindre votre but, vous emploierez les moyens les plus propres à vous faire réussir ; et les meilleurs de ces moyens, je ne vous le dissimule pas, sont, dans la carrière des armes comme dans toutes les autres, un travail assidu, une application constante.

Je me suis efforcé, en rédigeant cette lettre, de ne pas faire appel, dans les raisons que j'avais à invoquer, à des considérations et à des termes trop spécialement militaires pour rester à votre portée : j'espère avoir réussi ; cependant, si quelque chose vous embarrassait encore, ou si quelque point restait obscur dans votre esprit, n'hésitez pas à vous adresser à moi et je vous donnerai avec plaisir les explications que vous désirerez.

Je termine, mon jeune ami, en vous serrant la main et en vous assurant de nouveau de toute mon affection.

ÉD. DE LA BARRE DUPARCQ.

Février 1849.

OBJECTIONS

FAITES

CONTRE LES TABLES DE TIR

DES

CANONS ET OBUSIERS.

DRESSÉES

Par LOMBARD, professeur à l'école d'artillerie d'Auxonne.

On les assimile aux tables du bombardier dont on ne voudrait pas renouveler la ridiculité, et l'on dit ensuite : « On nous dit toujours qu'à telle dis« tance il faut tant de poudre et tant d'élévation; « mais comme nos pièces et nos boulets ne sont « pas faits géométriquement, ainsi que nos pou« dres, il faut partir du coup d'épreuve et mesu« rer la distance des chutes. Comment peut-on « le faire à la guerre? même dans les siéges où l'on « tire de pied ferme? il faudrait avoir quelqu'un

« dans la place qui rendît compte de la distance des
« chutes, au-delà du parapet qu'on a en vue. On
« n'a jamais vu personne faire usage de ce que
« nous avons en ce genre ; on veut bien croire ces
« tables meilleures que les anciennes ; mais on se
« trompe fort si elles ne sont aussi inutiles ; cette
« théorie nous paraît inapplicable à la pratique,
« et n'être bonne que pour exercer notre jeu-
« nesse. »

RÉPONSE A CES OBJECTIONS.

Par LOMBARD (1781).

Rien n'est plus facile que de donner des tables une idée toute différente de celle qu'on s'en est faite, et j'espère qu'il ne sera plus à craindre, en s'intéressant à leur publication, de se mettre dans le cas de renouveler la ridiculité de celles du bombardier français, avec lesquelles elles n'ont assurément rien de commun. D'abord, pour mettre à l'aise sur les principales objections que l'on peut faire contre l'usage des tables de cette espèce, je

conviendrai que, sans avoir la moindre connaissance des principes sur lesquels elles peuvent être fondées, il est possible de tirer juste : l'opinion contraire serait démentie par l'expérience. On voit tous les jours un canonnier quelconque abattre le blanc sans connaître sa distance, ni les dimensions de sa pièce, ni la force de la poudre, ni même la charge qu'il a employé. Ce serait bien là le cas de conclure que les tables sont fort inutiles. Mais dites à ce canonnier : Nous voici à telle distance d'un tel objet que nous devons battre, quelle doit être la charge et la manière de pointer ? Le plus intelligent répondra, et l'on ne peut en exiger davantage, *essayons* ; si le coup donne trop haut, je baisserai la pièce, s'il donne trop bas, je l'élèverai ; et de combien ? *nous verrons*. Voilà pourtant ce qui se pratique journellement. On tâtonne, on tire le premier coup qu'on appelle le coup d'épreuve ; on en tire un second qui souvent est encore un coup d'épreuve, et ainsi de suite en perdant un temps toujours précieux à la guerre. Que l'on fasse la même question à un officier, s'il répond : Il faut que le boulet en arrivant au but ait telle force pour y produire son effet ; pour avoir cette force en arrivant au but il faut qu'en partant de telle distance il ait telle vitesse initiale ; pour partir du canon avec cette vitesse, il faut employer telle charge d'une poudre de telle qualité ; enfin, connaissant les dimensions de ma pièce, il faut

avec cette même vitesse initiale pointer de telle manière, c'est-à-dire qu'il faut ou tirer de but en blanc, ou employer telle hausse, ou pointer plus bas que le but de cette quantité selon la distance. On ne peut disconvenir que cette réponse n'annonce l'officier instruit et parlant avec connaissance de cause de cette partie de son métier. Or, cette réponse il la puisera dans ces tables en y jetant un coup d'œil; ce qui suffit pour en prouver l'utilité. Comme malgré cela la source des objections ne tarira pas, je vais encore répondre à quelques-unes.

1° La distance de la chute d'un boulet n'est point celle que je considère, et à laquelle on soit obligé d'avoir égard ; quand on tire, ce ne peut être que contre un but visible que le boulet doit atteindre, soit pour le frapper, soit seulement pour y passer; ce dernier cas est celui du tir à ricochet c'est alors le sommet du parapet qui est le but que le boulet doit franchir sans le frapper, c'est donc la distance de la batterie à ce parapet qu'il faut connaître, sans s'embarrasser du point où le boulet tombera; si l'on a employé la charge et l'inclinaison convenables, ce point de chute sera ce qu'il doit être pour l'effet qu'on attend du boulet. En général, il est indispensable de connaître la distance du but, sans laquelle l'usage de la hausse ne tient à rien. Sur quoi pourrait-on compter si à tous les hasards qui accompagnent déjà le tir des bou-

ches à feu, on ajoutera encore l'incertitude des distances! J'ai donc cru devoir les faire entrer dans ces tables dont elles font un des principaux éléments.

2° L'inclinaison des pièces, de la manière que je l'envisage, n'est pas non plus celle que l'on considère communément : je n'ai aucun égard à l'angle que l'axe du canon fait avec l'horizon, mais à celui qu'il forme avec la ligne menée de la bouche du canon au but. Je sais que le premier ne peut se mesurer qu'avec un quart de cercle, instrument d'un usage trop embarrassant pour qu'on puisse ou veuille s'en servir dans la pratique, et qui exige d'ailleurs que l'on connaisse la situation du but par rapport au niveau de la batterie. C'est donc un avanatge bien réel de ma théorie de faire abstraction de ces deux circonstances, de dispenser d'y avoir égard, et d'être par là plus applicable à la pratique. Je m'en tiens à l'inclinaison de la pièce sur la ligne imaginée de la bouche du canon au but, tant pour simplifier la théorie, que parce que cette inclinaison se mesure facilement avec une hausse, moyen connu, déjà usité, et que je ne fais qu'étendre aux autres pièces, afin que la méthode soit commune à tous les canons et obusiers, et que leur tir puisse toujours s'exécuter par le pointage de but en blanc, soit naturel, soit artificiel. Les tables doivent donc indiquer la hausse à employer dans les cas où la distance du but est

plus grande que la portée du but en blanc naturel des pièces, et lorsque cette distance est moindre, elles doivent marquer de combien il faut pointer au-dessous du but, c'est ce que font ces tables.

3° La détermination de la hausse dépend de certaines dimensions du canon; ces dimensions sont prescrites, pourquoi n'exigerait-on point des fondeurs de s'y conformer exactement, et des officiers de les vérifier scrupuleusement? il ne faut pour cela qu'un peu d'attention. Il est vrai que les boulets, par l'inégalité des poids, des diamètres et de la forme donnent lieu à bien des irrégularités, mais il n'est pas impossible d'y remédier. Le professeur Sagey en coulera quand on voudra qui seront d'une sphéricité plus parfaite, d'une pesanteur et grosseur plus uniforme, d'une surface plus unie, et à moindre frais que par la méthode ordinaire.

4° A l'égard de la poudre, voici ce qui prouve la nécessité et la possibilité d'en connaître la qualité: il y a quatre ans que voulant faire usage des épreuves de 1769, je me suis aperçu qu'elles me faisaient employer des charges trop fortes; je fus d'abord déconcerté, et tout le monde était bien disposé à s'en prendre à la théorie; mais ayant fait réflexion que la poudre pouvait avoir acquis de la force, je m'avisai de l'éprouver au mortier d'épreuve et je trouvai que celle employée en 1780 portait le globe à 125 toises, tandis que celle de

1760 ne l'avait porté qu'à 106. Ayant donc diminué les charges en raison de cette augmentation de force, ce changement remplit parfaitement l'objet qu'on s'était proposé. Dès lors je fus en état de répondre à toutes les demandes de M. Duteil, qui, peu partisan et même ennemi de toute nouveauté inutile au bien du service, a cependant cru devoir s'assurer du parti que l'on pouvait tirer de cette méthode. Je conseillai d'ouvrir la campagne par l'épreuve des poudres qu'on serait dans le cas d'employer, et avec cette précaution, malgré la variété des distances et des charges, le succès fut toujours le même, et le tir aussi juste que la nature de la chose pouvait le permettre. C'est ce qui m'a donné l'idée de la table qui, pour chaque calibre, indique la force de la poudre d'après les portées du mortier d'épreuve. Cette table était indispensable pour compléter les autres, qui n'indiquent les charges que par les vitesses initiales qu'elles peuvent communiquer aux boulets. Il y a là-dessus un article détaillé dans l'instruction sur l'usage des tables.

On ne me fera certainement pas le reproche, après avoir lu l'instruction, de croire à l'infaillibilité de ces tables; je suis bien loin de me faire illusion à cet égard, mais je ne crains point d'avancer qu'un officier qui aura saisi l'esprit de ces tables et se sera familiarisé avec les principes de l'instruction, s'il ne tire pas plus juste, aura au

moins acquis des notions plus exactes sur cette matière sur laquelle il règne encore tant de faux préjugés.

Je ne dois pas oublier d'observer qu'il y a certaines pratiques de précision que je recommande dans l'instruction, et que je sens bien ne pouvoir être exécutées parmi les embarras d'une batterie : telle est la diversité des charges à employer selon les circonstances ; mais j'ai cru devoir en parler, ne fût-ce que pour convaincre l'officier, que s'il y a des choses peu praticables, il serait au moins à désirer qu'elles le fussent à cause des avantages qui en résulteraient, et qu'un auteur ne doit pas les passer sous silence, sauf à les apprécier à leur juste valeur.

Pour ce qui concerne le tir à ricochet, je crois qu'il n'y a rien à rabattre, c'est une façon de tirer qui demande beaucoup de précision, et j'ai appris depuis trois ans qu'une batterie de cette espèce, servie suivant mes principes, aura bientôt nettoyé la branche d'ouvrage que l'on veut enfiler.

(Notes tirées des manuscrits laissés par l'auteur.)

BIBLIOGRAPHIE.

DE LA

SCIENCE MILITAIRE

CONSIDÉRÉE DANS SES RAPPORTS

AVEC LES AUTRES SCIENCES ET AVEC LE SYSTÈME SOCIAL

PAR

LUIGI BLANCH

Traduction de M. HACA, capitaine d'infanterie.

Nous avons publié successivement dans le *Journal des Sciences militaires*, cet ouvrage, divisé en neuf discours. En les réunissant aujourd'hui en un seul volume, nous le complétons en y joignant, sous forme d'*appendice*, les *observations* du major italien *Cianciulli sur les progrès de l'art de la guerre à notre époque*, traduites par M. Rieffel, professeur aux écoles d'artillerie; nous croyons être utile et agréable à nos abonnés du *Journal des Armes spéciales*, en donnant, dans ce numéro, l'appendice ci-dessus énoncé et en le faisant pré-

céder d'une courte analyse des neuf discours de Luigi Blanch, afin que nos lecteurs puissent se former une idée exacte de cet excellent livre, dont plusieurs écrivains militaires célèbres, entre autres, les généraux Jomini, Oudinot et Zambelli, ont fait un éloge mérité; sans compter les mentions honorables et les comptes-rendus avantageux qu'en ont fait tous les journaux militaires italiens, ainsi que le *Spectateur militaire* français et le *Journal militaire* de Prusse.

L'objet général de cet ouvrage remarquable, rapidement et brillamment indiqué dans une préface ou discours préliminaire, est « de déterminer l'origine de la guerre comme fait social; ses effets dans l'ordre général, et la corrélation qui existe entre elle et cet ordre général; de quelle manière elle s'est manifestée chez les peuples civilisés de l'antiquité et dans le moyen-âge; comment elle a contribué à transformer la civilisation du moyen-âge dans la société moderne; quelle action elle a exercé sur l'ensemble de nos connaissances et sur l'état social; et réciproquement quelle influence les connaissances humaines et l'état de la civilisation ont exercé sur elle, soit au point de vue de la science, soit sous celui des faits; et enfin comment il résulte de tout cet examen que l'histoire de la guerre peut être considérée comme un symbole, comme une expression de la société. »

Ce large programme est encadré dans les neuf discours qui composent l'ouvrage de Luigi Blanch.

Le premier traite des *idées générales concernant la science militaire et ses relations avec les autres sciences et avec l'état social;*

Le deuxième traite de *l'état de la science chez les peuples de l'antiquité, en signalant les différences qui le distinguent de l'état de cette science chez les modernes;*

Le troisième examine l'état de *cette même science au moyen-âge jusqu'à la découverte* ou invention *de la poudre;*

Le quatrième, *depuis la découverte de la poudre jusqu'à l'abdication de Charles-Quint;*

Le cinquième, *de cette dernière époque au traité de Westphalie;*

Le sixième, *de ce traité à celui de Passarowitz;*

Le septième, *de ce dernier traité à la révolution française;*

Le huitième, *de celle-ci au congrès de Vienne;*

Enfin, dans le neuvième discours, l'auteur *expose les rapports de la science militaire avec les beaux-arts et la littérature*, déterminant la catégorie scientifique où elle peut être classée, et quelle est l'importance de son étude pour son application pratique comme art, etc.

L'ouvrage se termine par un résumé général.

Les militaires studieux, qui pensent avec Bacon *que la science est une force* et que *l'homme peut en*

raison de ce qu'il fait, trouveront dans ce livre un aliment substantiel à leur avidité d'apprendre; et le plus grand nombre, qui ne recherche que des études moins abstraites qu'agréables, trouveront des jouissances dans la beauté du style et la grandeur des images sous lesquelles est présentée cette étude attachante d'une science dont l'importance et l'élévation, admirablement exprimées, la font grandir et aimer à mesure qu'on l'étudie plus attentivement dans ses causes, dans ses moyens, dans ses effets et dans ses résultats.

Nous ne chercherons pas à suivre l'auteur dans la déduction progressive et logique de son plan, ni à l'analyser dans cette succession et cet enchaînement d'idées qui le conduisent à ses conclusions, ce serait nous engager dans un travail beaucoup trop étendu et, au moins, inutile; car notre intention n'est pas de déflorer cet ouvrage essentiel, mais seulement, après en avoir indiqué le but et l'importance, d'en donner une idée et d'en montrer quelques beautés qui puissent faire sentir le besoin ou le désir de le lire en entier. Nous rapportons donc, sous forme de maximes ou d'aphorismes, quelques passages de chaque discours, qui nous paraissent en caractériser ou en résumer le mieux l'esprit et la substance.

I.

Premier discours, p. 41. « Si, comme le dit heureusement le traducteur de Platon, le but d'une société bien organisée est de *rendre la raison forte et la morale armée*, il en résulte que, dans les sociétés encore imparfaites, pour se défendre contre d'autres sociétés moins avancées en raison publique et en vie civile, on a besoin de cette disposition à la guerre... qui fait briller une des plus nobles passions échues à l'humanité, *le dévouement*, qui porte un chacun à se sacrifier pour tous. Dès que ce sentiment règne dans une société, elle peut s'estimer arrivée à son plus haut point de force, et l'amour de la patrie repose sur des conditions bien différentes de celles qui naissent d'une réunion informe d'individus unis seulement par les intérêts matériels, leur unique préoccupation. On peut donc affirmer que la disposition à la guerre n'est, dans sa nature, autre chose chez les hommes que le sentiment de leur dignité, qu'ils ne sont pas disposés à soumettre au caprice d'êtres à eux semblables par les facultés, poussés par des intérêts personnels à attenter aux droits que chacun doit défendre, s'il ne veut s'avilir et se dégrader soi-même, se-

conder l'injustice, manquer à tout principe de morale. Dans les sociétés bien organisées, les bonnes lois suppléent en grande partie à cette nécessité de la guerre; mais en tant que société particulière, chacune d'elles doit opposer aux autres cette même résistance qu'elle oppose dans son sein aux individus; et cela, par les mêmes causes, mais avec de plus grands effets, puisque la sphère d'action devient plus vaste. On peut dire, en un mot, que le *sentiment de la défense* est dans la nature humaine, qu'il est nécessaire à son développement non moins qu'à son existence, et qu'enfin la corruption de cette nature peut faire tourner à l'attaque cette même faculté pervertie. En tel cas, ce n'est point de la nature corrompue que naît la guerre, mais bien de l'abus du sentiment le plus noble et le plus utile aux hommes et à la société. » . . . .

II.

Même discours, p. 43. « .... Quand Polybe veut désabuser ses concitoyens (les Grecs) sur les victoires des Romains, victoires si funestes à la Grèce et d'une si haute importance pour l'humanité, il

leur en montrer le véritable secret dans
rité de la légion sur la phalange, et non
lère des dieux comme le croyait la su-
, ni dans l'abandon des vieilles coutumes
reprochaient les censeurs....
, plus tard, attribuait la ruine de l'em-
vasion des barbares à la décadence du
ystème dans lequel Polybe avait signalé
es succès des Romains, »

III.

45. « .... En déterminant les premiers
le la guerre, ils consistent en trois cho-
mmes, les *armes* et les *ordres* (1) .... en
nir des hommes dans l'intention de les
pour une fin spéciale, suppose l'obliga-
ovenir à tous les besoins qui se font sen-
ne réunion d'hommes, quelle qu'elle
faut non-seulement une organisation,

---

doit s'entendre ici des différents *ordres* de forma-
bataille, soit en colonnes, etc.

mais encore certains moyens qui la soutiennent et la conservent, puis des peines et des récompenses, et tout ce qui est nécessaire pour maintenir l'ordre et l'union... il en résulte que la science militaire se rattache à la politique, qui, en gouvernant les hommes, exerce sur eux une impulsion uniforme, garantit d'une part leurs droits et de l'autre les contraint à la stricte observation des devoirs sociaux. Sous le rapport de l'administration qui s'occupe des intérêts matériels des troupes, elle se relie à l'économie publique; et sous le rapport des peines et des récompenses, à la jurisprudence et à la législation. Nous voyons ainsi que l'art de la guerre, dans son premier élément, (l'homme) doit recourir aux sciences morales, politiques et économiques, en même temps qu'aux sciences médicales, pour tout ce qui a trait au choix des hommes, à leur développement et à leur conservation, afin de les rendre tels qu'on puisse atteindre avec eux le but qu'on s'est proposé en les réunissant.... »

IV.

Ibid. p. 47. « .... Immense est la distance entre tenir, grâce à la discipline militaire, une masse

d'hommes réunis dans une caserne, où toute chose est ordonnée exactement et le genre de vie toujours le même, et les maintenir en ordre pendant les marches, à travers les difficultés infinies et les obstacles de toute espèce que les hommes et la nature viennent opposer aux projets qu'on a conçus, etc.... »

V.

Même discours. p. 51. « .... L'homme de guerre doit souvent faire des traités, des capitulations ou des trèves, et (quelquefois) conclure la paix. De là résulte qu'il doit aussi avoir connaissance des diverses parties du droit appliqué à la politique extérieure. La guerre a par elle-même peu de principes et une législation très sommaire. Dans l'application de ces principes, dans l'emploi de cette législation consistent le génie et le mérite de celui qui commande. Il faut une étude attentive de l'histoire qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, se compose de luttes entre les hommes, entre des intérêts, entre des idées. Il n'est pas, en effet, d'intérêt, pas de croyance, pas de sentiment qui ne soit agrandi et n'ait jeté de fortes racines par la conquête, ou par la résistance que la conquête rencontrait. La divine mission de Moïse nous montre la Providence elle-même fai-

sant de la guerre un instrument de propagande religieuse, et le nom de *Dieu des armées* donné à l'Éternel s'est transmis jusqu'à nous depuis cette époque reculée

. . . .

« Aussi est-ce en hommes de guerre... que l'histoire des grands hommes abonde le plus, et les États dont les institutions et les traditions faisaient du métier des armes *un devoir dont nul ne pouvait s'exempter, sont ceux où ont surgi un plus grand nombre d'hommes illustres*, mais illustres surtout par la guerre. Ceci s'applique aux peuples en voie de civilisation. Quant aux peuples barbares, il n'y a chez eux d'illustration possible que dans la guerre ; et quand les classes sont nombreuses et distinctes entre elles, on tirera plus facilement d'un bon capitaine un ambassadeur, un administrateur, un tribun, un homme d'État, que de ceux-ci un bon capitaine,... »

VI.

Deuxième discours, p. 59 et 60. « Il n'est point douteux que chez les peuples barbares la science militaire n'existe pas ; elle y est remplacée par l'instinct seul de la guerre. C'est de stratagèmes,

pour ainsi dire, que se compose la guerre soumise à un certain calcul. Donc, pour qu'il y ait science, il faut que l'état des sociétés soit tel, qu'il y ait quelque chose de commun entre leurs lois et leur culture intellectuelle. La science militaire en tel cas suit aussi cette tendance et s'élève véritablement au rang qui lui convient. »

P. 64. « .... Il n'y a de science de la guerre qu'autant qu'il existe un système de déployer ses forces à propos et avec mesure, de manière à entrenir sans cesse l'espérance du succès, succès qu'on peut atteindre tant que l'ordre subsiste ; tandis que, privé à la fois de cet ordre et de cette espérance, la valeur individuelle perd jusqu'à la vigueur de sa première impulsion (1). »

VII.

Même discours. p. 66. « Les armées anciennes étaient plus faciles à gouverner, parce qu'elles se composaient de soldats choisis parmi des hommes élevés pour la guerre. Les connaissances géogra-

(1) Précepte pris dans Machiavel.

phiques et l'importance du temps n'étaient tout au plus que secondaires, pour un capitaine de l'antiquité : le contraire existe précisément pour un capitaine des temps modernes. Celui-là n'ayant qu'à opérer avec une ordonnance forte par elle-même et dans laquelle il trouvait un appui, avait tout sous les yeux, et devenait grand par le seul mérite du tacticien ; tandis que celui-ci doit être stratégien, c'est-à-dire savoir diriger et mouvoir ses troupes sur des terrains qu'il ne voit pas. D'où il suit que le premier doit être jugé par ses actions, le second sur sa correspondance ; puisque l'un avait le pouvoir de réparer aussitôt les fautes commises par ses lieutenants, et que l'autre ne l'a pas, ces fautes se commettant en dehors de son rayon d'activité....

« .... Tout ce qui se rattache à la discipline et à la force morale des armées grecques et romaines, non-seulement excite notre admiration, mais souvent nous semble un phénomène inexplicable, si l'on ne veut admettre que l'espèce humaine, a dégénéré. Or, cette haute discipline ne se fondait pas uniquement sur des méthodes mécaniques ; elle résultait en outre de l'action exercée sur l'intelligence et la volonté humaines, parce que la coopération du soldat ancien n'était pas limitée à celle qui résulte de l'obéissance passive, mais plus élevée, plus complète, plus féconde par sa nature en grands effets, par la raison qu'elle

était spontanée. Les preuves en abondent dans les discours des anciens, et dans toute leur législation militaire, qui tendait à enflammer l'esprit des individus sans que le désordre s'introduisît dans les rangs. »

P. 68 et 69. « Les sciences naturelles et exactes étaient dans l'enfance même dans les nations civilisées de l'antiquité, et les ouvrages d'Aristote et de Pline démontrent à la fois la supériorité des hommes et l'état peu satisfaisant des sciences naturelles. C'est ce qui donne, à cet égard, aux modernes un avantage indéterminé. Mais il faut observer que ce n'est pas exclusivement à la découverte de la poudre que l'on doit attribuer une telle différence, car cette découverte pouvait se faire aussi dans l'antiquité, mais elle n'a produit tous ses résultats alors que les progrès de toutes les sciences exactes et naturelles l'ont secondée dans sa propagation et son perfectionnement. Il existe, en effet, des peuples sauvages et des barbares qui connaissent et emploient les armes à feu, sans pour cela posséder la science militaire. Et s'il est vrai, comme certains l'affirment, que les Chinois aient précédé les Européens dans la découverte de la poudre, il en résulte une preuve plus évidente de ce que nous affirmons.

« .... La partie transcendante de la guerre, chez les anciens, était-elle donc plus dans l'ins-

tinct des grands hommes que dans l'état de la science?.... »

VIII.

Même discours, p. 71 et 72. « Des hommes éminents dans les sciences morales ont manifesté leur opinion concernant le cercle inévitable que parcourent les nations en retombant du faîte de la civilisation où elles s'étaient élevées... Vico a fait de cette opinion un système complet auquel beaucoup ont adhéré. Mais on se demande si les Romains avaient atteint cette apogée de la civilisation, quand, dans l'État, la plus grande partie de la population gémissait sous un joug de fer; quand les hautes classes étaient amollies, les classes moyennes avilies; quand la religion n'avait rien de spirituel (ni de moral), et que l'on admettait dans les dieux plus de vices que dans aucun homme ordinaire; quand, enfin, les sciences exactes et naturelles étaient encore dans l'enfance. Des spectacles atroces et d'autres caractères particuliers prouvent que cette société conservait un grand fond de barbarie, et n'était qu'imparfaitement civilisée; aussi peut-on dire

que la décadence de l'empire vint d'un manque plutôt que d'un excès de civilisation...

« La supériorité des anciens étant particulièrement dans les hommes, la seule dégénération de ceux-ci altéra tous les éléments du système militaire, et produisit le grand évènement de la domination des barbares... »

IX.

Troisième discours; moyen-âge. Ce discours détermine quel fut l'état de l'art militaire du Ve au XIe siècle, en le considérant dans les *hommes*, dans les *armes* et dans les *ordres*.

Il détermine, au même point de vue, quel fut son état du XIe siècle jusqu'à la découverte de la poudre ;

Quelles furent les relations qui existaient entre l'état des sciences et de la société, et celui de l'art militaire pendant ces deux périodes.

« ..... La dégénération des hommes se manifeste dans la difficulté de conserver les armes défensives, dans la faiblesse de la cavalerie, incapable d'égaler celle des Perses et des barbares, et dans le nombre des machines de guerre destinées à suppléer à la vigueur des troupes...

« De cet état de la nature des *hommes*, des *ordres* et des *armes*, on peut déduire l'état d'une société dont un illustre historien a dit : « *que les membres tournés vers le petit commerce et le travail mécanique, qui ne demandent l'usage d'aucune grande faculté, s'abandonnaient en dehors de ces deux professions à une lâche mollesse.* »

P. 81. « ..... Les Grecs perdirent, par leur décadence morale et intellectuelle, tous les avantages qu'ils devaient aux institutions et aux traditions que leur avaient laissées la puissance dont ils tiraient leur origine. C'est un fait curieux que la chronologique coïncidence des dernières victoires de Justinien avec le décret de ce prince qui fermait les écoles d'Athènes..... »

X.

« D'après le peu de connaissance que nous avons des écrivains arabes et la poétique exagération des auteurs espagnols, il est difficile de se former une idée de la méthode de guerre alors usitée ; on observe pourtant que les qualités individuelles constituaient le héros, qui devait la victoire, non aux dispositions qu'il prenait, mais à sa valeur, à ses propres armes, à la terreur que son nom

seul jetait chez les ennemis, à la confiance qu'il inspirait aux siens. Le Cid et les autres héros contemporains déploient ce caractère, et leurs plus chauds panégyristes, au milieu des preuves qu'ils rapportent de leur volonté de fer, n'en citent jamais aucune de leur intelligence. »

XI.

Même discours, p. 88 et 89. « ..... Tous les héros des croisades, en effet, sont célèbres par leur valeur et par leur piété, et non par leur intelligence militaire. Godefroy, Richard et saint Louis se montrent sous des jours différents, mais nullement sous celui de capitaines expérimentés; et, ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'à la dernière croisade, les fautes commises sont les mêmes que dans les précédentes, c'est que deux siècles de guerre et d'expérience n'ont amené aucun progrès, et que la même ignorance en géographie, en topographie et en tactique se montre comme au premier jour..... La guerre marche donc d'un pas égal avec le reste du savoir humain. L'effet le plus réel des expéditions d'Orient paraît avoir été d'habituer l'Europe aux réunions de grandes masses comme on en vit à Bouvines, bataille où

l'existence des communes se manifeste par l'envoi d'un contingent. Mais ce contingent ne servait qu'à former une sorte de boulevard circulaire (1) d'où les chevaliers s'élançaient pour combattre, derrière lequel ils se réfugiaient quand ils avaient besoin de repos ou d'abri. Cet emploi des gens de pied prouve, selon nous, mieux que ne le feraient bien des dissertations, l'état de la société, les relations des diverses classes entre elles, et le cas que l'on faisait de chacune. »

XII.

Même discours, p. 94 et 95. « ..... Charlemagne fut un météore stérile. Le régime féodal, en dissolvant la société, la priva de tous les moyens d'association qui seuls peuvent la faire progresser...

« ..... Les changements de l'art militaire, pendant les deux périodes du moyen-âge, ont cons-

(1) Un rempart de chair humaine, comme celui que se formait de ses vassaux le comte de Boulogne, qui fut pris à cette bataille.

tamment correspondu à l'état des sciences et de la société;... la décomposition et la recomposition de cette dernière sont clairement indiquées par la chute et la lente renaissance de toute organisation militaire. »

. . . .

« Lorsqu'un bon religieux (1), dans le fond d'un « cloître d'Allemagne, enflamma pour la première « fois un mélange de soufre et de salpêtre, quel « mortel aurait pu lui prédire tout ce qui al- « lait naître de son expérience? Changer l'art « de la guerre; soustraire le courage à la supé- « riorité de la force physique; rétablir en Occi- « dent l'autorité des rois; empêcher que jamais « les pays civilisés ne pussent de nouveau être « la proie des nations barbares; devenir enfin « l'une des grandes causes de la propagation des « lumières, en contraignant à s'instruire les peu- « ples conquérants qui, jusqu'alors, avaient été « presque partout les fléaux de l'instruction; telle « était la destination de l'une des plus simples « compositions de la chimie. »

---

(1) Citation de Cuvier faite par l'auteur, tirée des *réflexions* de ce savant illustre *sur la marche actuelle des sciences et sur leurs rapports avec la société*.

XIII.

Quatrième discours, p. 101. « ..... La découverte de la poudre est chronologiquement séparée de son emploi dans les armées, par tout l'espace qui sépare 1330 de 1460, époque que les historiens assignent à l'apparition des premières armes à feu... »

Ici se trouve un aperçu historique des modifications, changements, améliorations et progrès que l'usage de la poudre à canon a apportés successivement dans les armes, dans les ordres de formation et dans l'organisation des troupes, dans la manière de combattre, dans les mœurs, les caractères militaires, et même dans les courages; de la révolution que cet usage amena dans la fortification, dans la guerre de siége surtout, dans laquelle l'emploi des machines nouvelles ne tarda pas à montrer la supériorité de celles-ci sur les anciennes machines et engins, etc., enfin du changement de tactique et des progrès de la stratégie.

XIV.

« La stratégie, qui crée les plans de campagne

it les méthodes des grandes opérations s ; la tactique qui décide des batailles par s se terminent les mouvements straté- 'attaque et la défense des places, dont le e protéger le territoire que l'on occupe, établir solidement sur celui de l'ennemi ; les objets qui constituent la partie élevée ence de la guerre.....

stratégie n'est autre chose que l'appli- es lois de la guerre ; en entendant par iformément à la définition de Montes- es rapports des choses entre elles, ce qui qu'il s'agit ici de lois naturelles, éter- t non de création humaine ; de lois que peut découvrir par l'étude, comme il ignorer faute de science, mais dont alors *peut avoir l'instinct, le pressentiment.* »

ait, en effet, dans le moyen-âge, le cas de gie, dont le nom même était ignoré à une où l'on n'avait nulle connaissance exacte quité militaire, trop mal étudiée pour résoudre pratiquement ni théoriquement ions que la nécessité et l'emploi d'armes s faisaient naître.

Les divisions provinciales (1), le système

---

on de M. Foscolo, tirée de son édition de Montécu- hie par lui de notes.

« féodal d'Europe, et l'usurpation des chaires de
« littérature par des hommes sans cœur, sans
« amour de la patrie, éloignèrent des guerres du
« XVIe siècle les grandes théories des anciens.
« Nombreuses furent les batailles, et faibles les ré-
« sultats ; *on manœuvra toujours*, *on ne médita*
« *jamais*. Et tandis que la fortune et les passions
« gouvernaient la guerre, d'innombrables traduc-
« teurs et commentateurs analysaient exactement
« les institutions et les méthodes de la Grèce, pre-
« mière inventrice de la discipline militaire, et
« de Rome, dominatrice du monde par la conquête;
« mais on traduisait avec le dictionnaire, on com-
« mentait avec la grammaire. Rarement la philo-
« sophie, et plus rarement l'expérience, avaient
« part à ces savantes études d'érudition. On admi-
« rait la milice ancienne ; on anatomisait une à une
« ses entreprises ; mais qui jamais des écoles d'un
« Juste-Lipse et d'un Giovani Meursio, put s'éle-
« ver aux causes générales des victoires grecques
« et romaines ? »

« Ainsi, les guerriers abandonnaient l'étude des maîtres de la guerre aux archéologues. Et ceux-ci, par lassitude des choses du temps, de même que ceux-là par le peu de cas qu'ils faisaient de l'antiquité, restaient dans l'opinion que la diversité originaire des armes, de l'artillerie et de la fortification, n'admettait plus désormais ni comparaison, ni imitation entre les armées anciennes et les armées modernes. »

ui est général dans les sciences, se révèle
lement au génie, quel que soit l'état de la
que la tactique plus méthodique et plus
le à l'art; celle-ci a besoin pour se fixer
s grand nombre de conditions prises dans
néral des sociétés... dans un état de ci-
ı peu avancé, il se trouve des hommes
rs qui parviennent, par la force de leur
pénétrer les grandes lois de la nature,
ır cela les réduire en méthodes. Les
oètes sont plus anciens que la poétique,
sophes que la philosophie, et les légis-
ue les jurisconsultes, de même que les
s sont plus anciens que les inspecteurs...

XVI.

p. 113. « Toutes les batailles se rédui-
ıs ou moins à un choc en ordre parallèle.

sultat le plus fréquent le désordre dans lequel se mettait le vainqueur en poursuivant l'ennemi; il en résultait que celui-ci, dont une aile s'était conservée intacte, en profitait pour accabler ses adversaires restés isolés, et que celui qui se croyait vainqueur dans la première période était vaincu dans la seconde. Alors, comme aujourd'hui, la victoire restait à celui qui conservait les dernières troupes fraîches, avec cette différence que ce qui était alors le résultat du hasard constitue aujourd'hui l'art de l'emploi des réserves, qui est le point culminant de la grande tactique et qui caractérise les vrais généraux de bataille. »

XVII.

« ..... L'italie, dont la civilisation avait de beaucoup précédé celle des autres nations, et qui cultivait toutes les sciences exactes, bases de l'architecture civile et de l'hydraulique, avait dû naturellement être la première à les appliquer à l'art militaire. En effet, *Tartaglia*, *de Brescia*, *Lautéri*, *Zanca*, *Catanéo*, *Castrioto* et toute l'école célèbre d'ingénieurs militaires qui se résume en *de Marchi*, avaient exposé dans des théories claires et positives la science de la fortification, qu'ils

ttaient en pratique de toutes parts : pour Soman comme pour Charles-Quint. La preuve en dans les siéges de Rhodes, de Malte, d'Alger et Grenade, où l'on voit des ingénieurs italiens riger soit l'attaque, soit la défense. Non-seulement c'est vers ce temps que les bastions furent bstitués aux tours, mais *Pierre de Navarre* inntait alors à Naples la guerre souterraine et en isait la première épreuve; Darçon observe en atre que la guerre d'approches, tant recommandée de nos jours par lui-même et par Carnot, était à cette époque si fort en usage, qu'au siége de Grenade par Ferdinand-le-Catholique, il y eut un ouvrage extérieur pris et repris trente-six fois. . . . .

« Les sciences naturelles ne pouvaient avancer que lentement tant que les sciences exactes n'étaient pas encore arrivées au point d'en rendre l'application complète ; mais le caractère général de la culture intellectuelle peut se résumer en disant que la science était plutôt considérée alors comme une série de vérités dont la connaissance devait satisfaire l'esprit, que comme une utile application aux besoins généraux de la société : disposition naturelle à toutes les époques de création et de renaissance, parce qu'il est des efforts que l'homme fait par amour du beau et du vrai plus que par amour de ce qui est utile. »

XVIII.

P. 117 et 118. « ..... La féodalité, déchue du rang de domination absolue, paraît avoir servi d'instrument à cette métempsycose politique qui avait créé une nouvelle existence aux nations modernes après les avoir décomposées dans leurs derniers éléments. Mais la féodalité n'en était pas moins restée un élément puissant, ayant à la vérité plus de prétentions que de forces, mais plus de forces aussi que n'en doit avoir toute partie d'un État qui ne représente pas à elle seule cet état. Débile comme gouvernement, elle était formidable comme opposition.

« ..... Quand on compare cette combinaison d'une monarchie en progrès, d'une aristocratie s'affaiblissant insensiblement, et des communes progressant avec une égale lenteur, à ce qui avait lieu dans l'organisation des armées, on retrouve dans celle-ci la complète analogie de ce mélange d'éléments divers. On y voit la gendarmerie noble, représentant la féodalité combattante, organisée et armée comme au moyen-âge; des troupes légères prises dans les communes, se servant d'armes de jet destinées plus tard à prédominer, mais

[illegible] et de la [illegible] rapportés à [illegible] développement de l'unité de la [illegible] [illegible]

[illegible]

XIX.

[illegible]

[illegible] *discours.* — Quelles furent les *rela-tions de la guerre avec les autres scien-ces et l'état social, pendant la période comprise* [illegible] *et* [illegible]*, c'est-à-dire entre l'abdication de* [illegible]*-Quint et la paix de Westphalie;* tels sont [illegible] les [illegible] de ce discours. Époques [illegible], où se heurtent les doctrines [illegible], où l'élément nouveau triomphe; [illegible] l'ancien, réduit au sort passif d'une ar-[illegible], destiné à perdre du terrain et des [illegible] sa défaite, non pour triompher, [illegible] retarder le triomphe de ses adver-[illegible]

tout, recrutée au nom de l'autorité royale, maintenue et administrée par elle, réduite à vivre constamment sous le même toit, éloignée de la famille et des affections locales, soustraite aux devoirs féodaux et communaux, la *force armée* put alors voir apparaître la discipline et une instruction uniforme, c'est-à-dire que les soldats purent se présenter sur le terrain avec une instruction préalable dans les mêmes principes, formés par les mêmes habitudes, animés du même esprit; et réunis par l'intimité d'une continuelle obéissance aux chefs, dans lesquels ils respectaient, non plus leurs patrons, mais les dépositaires du pouvoir royal, aux lois duquel chefs et soldats étaient également et indistinctement soumis. L'armée devint une corporation compacte, avec des lois, des devoirs, des droits, des vertus et des vices spéciaux.

« L'aristocratie conserva, il est vrai, le droit de commander, généralement parlant, mais non celui de posséder les corps militaires. Elle put diriger la force publique, non plus selon ses intérêts, ni la manière, ni les fins de l'ordre féodal, mais d'après des lois qu'elle n'avait ni faites, ni consenties. Le roi choisit parmi ses barons, mais aucun d'eux ne s'imposa à lui; ils furent estimés seuls aptes au commandement, mais ne commandèrent que par choix, faisant la guerre par devoir et non par droit. A d'autres mains passa l'usage et *l'abus de la guerre et des armées*. Ils commandèrent en un

nol *comme officiers* et non *comme barons* à des soldats qui n'étaient point à eux. Le pas et l'innovation étaient d'une grande importance pour les progrès de la science militaire et de l'état social; la force de la société avait changé de place, de but et de moyens. Servir la société, alors représentée par la monarchie, était bien différent de lui commander. Servir long-temps, étant unis, faisant de la guerre exclusivement son état, y craindre les peines, y espérer les récompenses... étaient de puissants excitants à penser, à vouloir, à pouvoir favoriser les progrès de la discipline et de la science de la guerre. Consacrée au service de la société, celle ci devint à la fois *profession*, *habitude*, sujet d'orgueil et d'espérance, plus noble dans son but, plus vaste dans ses applications. »

XX.

Même discours, p. 136 et 137. « Le vrai mérite de la grande tactique consiste dans la rapidité de la formation des ordres de bataille et de la recomposition de l'ordre en colonne pour opérer les mouvements, dans le soutien unanime des différentes armes combinées avec les accidents locaux qu'offre la topographie des champs de bataille, et

enfin dans la disposition et l'usage des réserves....

« .... Montécuculli, dont les mémoires résument l'état de la science à son époque, recommande le mélange des armes, bien qu'il ressorte de ses aphorismes mêmes que cela est contraire aux vrais principes; tant il est vrai que les pratiques d'un temps subjuguent jusqu'aux grands hommes dont la mission semble devoir être de combattre les erreurs et de rétablir les principes qui dérivent de la nature des choses (1).... »

XXI.

Ibid, p. 144 et 145. « La castramétation ne pouvait que progresser.... ; elle était le signe même du progrès fait dans la direction des armées et de la régularité apportée dans leurs entreprises. Un autre sympôme de l'importance qu'acquéraient les corps scientifiques se fait remarquer dans le commencement de la division du travail dans les

(1) « Les guerres contre les Ottomans firent pencher ce grand capitaine en faveur des *ordres mixtes*, pour résister à leur nombre et à leur impétuosité : cela explique et justifie en même temps l'opinion de cet auteur. »

armées. Dans Sully revêtant le manteau de grand-maître de l'artillerie, créant des arsenaux, des parcs, des réserves, des fonderies, en un mot un système complet de ce qu'on nomme *matériel*, on doit voir l'origine de toutes les institutions futures qui de nos jours, où la paix comme la guerre réclament la direction de la science, se résument dans l'école polytechnique. Ce seul fait démontre entièrement la chute du système social du moyen-âge en même temps que le progrès de la civilisation. »

Même discours, p. 151. « Les faits les plus importants de cette période de 1555 à 1648. Ceux qui la mettent à la hauteur des plus grandes époques, sont la force acquise par le *pouvoir central*, et le principe de *l'unité nationale* qui, de partout, se recompose sur les ruines du système féodal. La conséquence pour l'ordre et la civilisation, était que les forces individuelles devaient cesser d'avoir une importance qui troublait la société, et rendait impossible à tout pouvoir d'exercer une action bienfaisante en protégeant, au moyen de la force publique, les personnes et les propriétés, et en faisant toujours prévaloir l'intérêt public et la raison générale sur les prétentions individuelles. On peut dire, en effet, que la dernière grande individualité, le dernier *condottiere* sur une vaste échelle fut *Wallenstein*, et qu'après lui la loi suffit pour dominer.

. . . .

« L'équilibre politique résulta du *principe de nationalité* qui fait qu'une nation a horreur d'être, pour ainsi dire, absorbée par une autre, et la prévoyance vit présider aux agrandissements, aux associations ou aux alliances entre elles.... C'est à de telles circonstances et à de tels besoins qu'il faut attribuer la classe des *hommes d'État*, inconnus à l'antiquité parce que la division du travail ne s'y était pas introduite. Les grands hommes dirigeaient la paix ou la guerre, et devenaient tour à tour consuls, pontifes ou édiles ; choses inconnues au moyen-âge, où les chefs de famille concentraient en eux une certaine mesure, et non une qualité déterminée d'autorité, mais qui devaient se produire dans l'époque moderne, où la complication des intérêts et la différence des carrières devaient créer des écoles d'hommes de guerre comme celles de Gustave-Adolphe ou de Turenne, et des écoles d'hommes d'État comme celles d'Oxenstiern ou du cardinal de Richelieu. »

. . . .

XXII.

Même discours. p. 156 et 157 « Maintenant, si la description d'une armée ainsi constituée dans

les divers États se présentait, sans autre notion des temps, à un homme ignorant leur histoire et leurs conditions sociales; si cet homme était méditatif, et qu'il usât, par instinct ou par science, de la méthode comparative si bien appliquée par l'illustre Cuvier à l'anatomie, il pourrait, en l'appliquant ici, dire : là où se trouve une armée, là se trouve un pouvoir central puissant qui prédomine sur les éléments aristocratiques et démocratiques. Là où la guerre a ses méthodes et ses besoins, doit exister une administration régulière, les sciences exactes doivent être avancées, et les arts également, dont l'application est favorisée, pour le matériel qui leur est nécessaire, par les sciences physiques et naturelles qui sont en égal progrès. Là enfin où sont des intérêts compliqués à débattre entre les particuliers, comme entre les diverses nations des mélanges d'intérêts matériels, politiques et religieux, les sciences morales doivent être cultivées pour la législation intérieure, et doivent être en progrès, parce que les guerres se terminent par des traités, et que ces derniers sont d'autant plus compliqués que les guerres l'ont été davantage. Enfin, la science militaire a le caractère d'universalité que revêtent les sciences, ce qui fait conjecturer que des doctrines et des disciplines communes régissent l'état social des diverses nations. »

Nous n'irons pas plus loin dans l'exploration et l'analyse de l'ouvrage de Luigi Blanch par lui-

même; les extraits que nous venons de donner de ses cinq premiers discours feront juger de ce que sont les autres, qui acquièrent d'autant plus d'intérêt qu'ils portent sur des époques plus rapprochées de nous et mieux connues. Leur importance s'accroît à mesure que la science de la guerre se perfectionne, en se liant de plus en plus avec le développement des autres sciences, de l'intelligence humaine et avec les progrès de la civilisation et de l'instruction publique. C'est toujours avec la même hauteur de pensées, la même chaleur et la même précision de style, la même sagacité d'observation et de déduction, que l'auteur traite les questions élevées qui se pressent sous sa plume; la contexture des quatre derniers discours est si serrée, l'adhérence nous en paraît si parfaite, que nous reconnaissons l'impossibilité pour nous d'en détacher des fragments, comme nous l'avons fait pour les cinq premiers.

Nous terminerons donc par un dernier extrait tiré du *huitième discours*, p. 258 et suiv. :

« .... L'expérience nous apprend que ce n'est généralement pas d'après les idées que nous venons d'exposer que se jugent les évènements qui agitent l'humanité, heurtent les habitudes et attaquent à la fois le bien-être et la moralité des nations. L'explication de ce phénomène réside, selon nous, dans un sentiment honorable pour notre nature, dans la tendance que nous avons à

croire que le mal moral est une exception et ne se trouve pas dans l'ordre habituel. Il en résulte que ces crises terribles sont généralement considérées comme des périodes exceptionnelles, dans lesquelles les lois qui régissent l'intelligence et la volonté humaine sont suspendues de leur cours ordinaire......

« ..... D'après ce que nous avons exposé, nous tenons pour certain que les évènements qui ont compromis tant d'existences et produit tant de maux, étaient *l'effet de cette élaboration et de ces modifications* que nous avons indiquées dans les précédents discours, en attirant l'attention du lecteur sur tous les changements que le savoir et l'état social subissaient dans chaque siècle, et en montrant comment la science de la guerre suivait et exprimait ces phases sociales. Ce point de vue adopté par nous fait rentrer dans le cours des choses humaines ces grands cataclysmes du monde moral, de même que la connaissance perfectionnée des lois physiques y fait rentrer ceux qui s'opèrent dans le monde matériel; et cela sans détruire en rien la responsabilité morale des individus qui y participent. — *La doctrine des devoirs est claire et simple;* elle est dans les prescriptions religieuses, dans les ouvrages des moralistes et surtout dans la conscience de chacun et de tous. Il est certain que leur exécution ne réclame pas dans tous les temps la même énergie, et ne

condamne pas aux mêmes sacrifices; ma
voix devait se taire en face des obstacl
périls, la punition dont le code militaire
manque de courage chez un homme affi
siquement par les fatigues et les priva
moralement par le sentiment de la con
et par les plus légitimes affections, ce
serait une absurde atrocité. Aussi n'en
ainsi, et *la série des devoirs a pour dern*
le martyre. Ajoutons, pour expliquer pl
pour justifier les maux et leurs auteurs
grandes crises sont ordinairement précédé
époques d'un calme qui amollit le caract
lève à l'intelligence les matériaux de l'ex
d'où il résulte que *de graves erreurs n*
l'ignorance et de la faiblesse dans toutes le
de la société, saisies à l'improviste, po
dire, par des évènements qui les acca
surpassant leurs forces morales et intelle
Ces erreurs sont rarement stériles, et
produisent de grands et rapides mou
Elles deviennent, dans la pratique, des
quand elles doivent être appliquées sub
et cette dernière vérité n'a pas besoin de
tration pour les contemporains. »

APPENDICE.



APPENDICE.

[Quel]ques observations du major Cianciulli sur les pro[gr]ès de l'art de la guerre à notre époque, à propos [d']un article du baron major Ferrari de Parme, [ins]éré dans la 7me livraison (fascicolo) du journal [le] Progrès des sciences, des lettres et des arts.

Traduction de M. RIEFFEL,
Professeur aux écoles d'artillerie.

[Le] major baron Ferrari, dans un article plein d'éru[dition] militaire et remarquable par une grande clarté [d'exp]osition, a entrepris de démontrer, contrairement [à l'op]inion de beaucoup, que les sciences militaires [avaien]t peu ou n'avaient point fait de progrès dans [les der]nières guerres. (1)

[(1) V]oici dans quels termes M. Ferrari a posé sa thèse : « A [part]ir des temps qui se sont écoulés depuis les premiers trou-

Le mérite de cet écrivain distingué montre à quelle hauteur les esprits italiens pourraient facilement s'élever dans les théories de la guerre, si l'étroit espace dans lequel ils peuvent se mouvoir n'en arrêtait les conceptions et les applications.

Non entièrement convaincu toutefois que les sueurs répandues pendant vingt-deux années par des hommes de haut génie et de la plus grande renommée soient restées stériles pour l'art, je me propose de présenter ici quelques observations propres, je crois, à disculper notre époque de la grave accusation proférée contre elle.

Je resterai, sans doute, au-dessous de mon sujet, mais je le traiterai avec tout le développement que comportent mes forces et les limites dans lesquelles je suis obligé de me renfermer.

Que les sciences exactes, pures et appliquées, soient le fondement de la science militaire, c'est un fait dont personne aujourd'hui ne doute en Europe. On admet aussi généralement que la science de la guerre est intimement liée à l'économie publique, à la politique,

---

bles de la révolution française jusques aujourd'hui, temps éminemment riches en ouvrages et opérations militaires, l'opinion la plus répandue est que, de toutes les sciences et de tous les arts, ce sont les sciences et les arts de la guerre qui ont fait le plus de progrès, et qu'ils en ont fait un tout-à-fait considérable. Cette opinion n'est nullement exacte.... »

ıx sciences physiques, naturelles et morales. Par
nséquent, un chef militaire (capitano), soit qu'il for-
ie des terrains, soit qu'il les décrive ; qu'il calcule
force de machines, ou les construise, ou les em-
oie ; qu'il rassemble ou recrute les hommes, ou les
ordonne, les discipline, les forme à la gloire et à
ibnégation ; un chef militaire, dis-je, ne peut faire
itrement que de puiser ses principes dans toutes
s sciences. Or, il serait bien extraordinaire que
ıns l'accroissement successif de celles-ci (dont per-
nne ne disconvient), l'art de la guerre, qui en dé-
nle, fût resté en dehors du progrès général. Il le se-
it d'autant plus, que ni la méditation, ni l'expé-
ence, ni une série infinie de faits n'ont manqué aux
ntateurs consciencieux des questions militaires.
'ailleurs, la vérité de notre proposition ressort aussi
s grandes et importantes guerres faites dans ces
rniers temps, et des nombreux traités écrits de nos
urs par des hommes qui réunissaient à la science la
us élevée, la rare faveur de pouvoir raconter ce
'ils avaient vu et de méditer sur ce qu'ils racon-
ient.

Si tant d'études et tant de pratique fussent restées
ériles, ce serait à désespérer à jamais de la science
la guerre, et peut-être faudrait-il dénier à l'esprit
main, en fait de doctrines militaires, non-seulement
perfectionnement indéfini que tant de philosophes
t caressé, mais jusqu'à ce progrès, lent il est vrai,
dont les bornes sont à l'infini, mais continu cepen-

dant, ainsi qu'on le reconnait aisément pour peu qu'on jette les yeux sur l'histoire d'une science, d'un art, d'un métier quelconque.

J'aime à croire qu'il en a été autrement, et que les dernières générations aussi ont payé avec des torrents de leur sang, leur tribut de nouvelles lumières à l'héritage commun de théories et d'expérience militaires que les âges précédents nous ont transmis. J'aime à croire que notre postérité ne nous accusera ni de stérilité d'esprit, ni de stérilité d'œuvres.

Il est incontestable que les évolutions laborieusement coordonnées, simplifiées, et mises au niveau de l'expérience par le grand Frédéric (1), ont fait peu de progrès depuis lui. Et il est vrai aussi que les armes sont encore aujourd'hui à très peu de chose près, quant à leur forme et à leur essence, telles que ce grand homme les a laissées à sa mort.

Ainsi donc, la génération qui nous a immédiate-

---

(1) Principalement celles de la cavalerie qui, grâce à lui, et plus tard grâce au grand Seidlitz, put aspirer à de nouveaux et à de plus hauts destins. On sait que dès avant l'accession de Frédéric au trône, l'infanterie prussienne était arrivée, par les soins du prince d'Anhalt, à un haut degré de perfectionnement, tant sous le rapport de l'armement que sous celui de l'exécution des feux et des manœuvres, et qu'elle s'était déjà signalée sous ce triple point de vue dans les guerres d'Italie, où elle servait comme auxiliaire des armées impériales commandées par le

ment précédés a hérité du héros de la Sprée, des ordres, des armes, et de plus des maximes de guerre et des méthodes appropriées à ces ordres et à ces armes.

Après lui, il n'était pas donné d'entreprendre de résoudre d'une nouvelle manière les mêmes problèmes; puisque les données dont ils dépendaient (la principale donnée est ici le fusil avec la baïonnette à douille) étant restées les mêmes, les conséquences devaient aussi en rester invariables. Il n'est pas dévolu à un chacun d'apporter des changements à une vérité démontrée.

J'ai dit que le fusil avec la baïonnette au bout était la grande donnée de la nouvelle ordonnance; j'ajoute que je l'ai dit après mûre réflexion, parce que, en lui, se trouve résolu le grand problème de l'ordre profond et de l'ordre mince, d'où découlent et les manœuvres, et les lignes, et la castramétation, et consécutivement la fortification de campagne pour la défense des lignes, des camps et des positions.

---

prince Eugène de Savoie. Il n'en était pas de même de la cavalerie, dont Frédéric put dire après la victoire remportée par lui à Molwitz en 1741 (époque de sa première campagne): *Le roi profita de cette inaction* (celle qui suivit la bataille en question) *pour exercer sa cavalerie, pour lui apprendre à manœuvrer et à changer sa pesanteur en célérité.* — V. *Œuvres de Frédéric. Histoire de mon temps*, chap. III. Et pour les évolutions. *Mirabeau, Monarchie prussienne, système militaire.*

Cet instrument de guerre (qui a pu résoudre d'une manière régulière l'immense problème, jusqu'alors insoluble, de comprendre en une seule arme les deux manières de combattre de loin et de près, d'une arme à la fois de main et de jet) a d'abord réduit l'infanterie tout entière à une expression unique au moyen de l'unité d'armement; il a en second lieu interverti la nature et la conduite des combats, en les faisant consister principalement à lancer des projectiles, et reléguant au second rang l'emploi de l'arme blanche; autrement dit, en faisant, contrairement à ce qui avait lieu autrefois, que la fonction des frondeurs décidât du sort des batailles, et que celle des hommes pesamment armés n'y entrât qu'incidemment et dans de rares et courtes occasions.

Avec le fusil à baïonnette, le même homme et la même arme devaient fournir aux deux manières de combattre. Mais les ordres appropriés à ces deux manières de combattre étaient nécessairement différents, et même opposés l'un à l'autre. De là naquit la nécessité de greffer, pour ainsi dire, les ordres les uns sur les autres, de même que les deux armes avaient été greffées l'une sur l'autr

Il suit de là que les perfectionnements ne pouvaient avoir lieu qu'au moyen de méthodes par lesquelles un tel *greffement* pouvait être obtenu utilement. C'est dans le choix de la meilleure méthode que devait se trouver ultérieurement le progrès de la science, jusqu'à ce qu'un nouvel agent de destruction, plus actif

ue la poudre à canon, vînt changer, non pas la forme, u l'effet, ou l'emploi plus ou moins facile, plus ou ıoins prompt, du fusil de guerre actuel, mais sa naıre et son essence. Une telle question me fait je crois n devoir d'exposer mes idées avec quelques développements.

La poudre de guerre n'aurait pu, par elle seule, nener dans les ordres un changement total : je veux ire par là qu'en se substituant aux anciennes armes e jet, elle aurait sans nul doute changé les ordres ppropriés aux combats de loin, mais ne les aurait as transformés en ordres propres à l'arme blanche. e veux dire encore qu'une arme qui ne fournirait ue des feux pour combattre, ne pourrait à elle seule ıffire à toute espèce de combat, et que, par conséquent, tous les fois qu'il serait nécessaire de faire succéder un combat de près à un combat de loin, et *vice ersâ*, il le serait aussi de changer soit les armes, soit s guerriers, et toujours de changer les ordres ; doule condition à laquelle il faudrait satisfaire précisément dans les moments les plus chauds de l'action, et ui, par cela même, aurait rendu la solution du problème impossible.

On a bien en effet essayé de le résoudre en mêlant nsemble et les armes et les ordres, employant simultanément la pique et le mousquet, l'ordre mince et 'ordre profond. Mais, tentative inutile ! La partie ion actuellement nécessaire dans le combat, non-

seulement y demeurait négative et inerte, mais y devenait dangereuse et était inutilement exposée : pendant les feux, les piquiers périssaient l'arme au bras, et il en était de même des mousquetaires quand on en venait à l'arme blanche ; l'artillerie avait une action prodigieuse sur les masses profondes. Or, l'utile sur un champ de bataille consiste à faire que rien ne reste inactif et plus encore que rien ne soit nuisible ; l'utile consiste à éviter les doubles emplois. Ce mélange, du reste, se voit encore de nos jours, et bien à tort, à mon avis, dans diverses armes et dans diverses variétés de la même arme, en violation flagrante du principe cité, comme aussi du principe de la division et de la spécialité du travail. Ici, la règle d'appuyer réciproquement les armes les unes sur les autres, bonne en elle-même, ne peut convenablement être appliquée, attendu qu'il y a une grande différence entre l'art nécessaire pour soutenir, dans la disposition et dans la conduite d'une bataille, l'une des armes contre l'autre et l'idée des corps ou des ordres mixtes.

Plus heureux furent les essais que l'on fit en vue de perfectionner l'arme pour l'exécution des feux, et d'en faire en même temps une arme de main. On parvint au premier de ces deux buts en passant de l'arquebuse au mousquet, et de celui-ci au fusil, en inventant la platine (piastra) et la baguette de fer (cylindrique ou conique). On parvint au second en imaginant la baïonnette. Celle-ci transforma en effet le

fusil en une arme de main, laquelle, grâce à l'allégement qu'on lui fit subir, put être manœuvrée avec assez de facilité.

L'invention de la baïonnette diminuait de beaucoup, cela est certain, mais ne laissait pas entièrement disparaître l'obligation de changer d'arme en passant d'une manière de combattre à l'autre ; car c'était encore une espèce de changement d'arme, que l'opération d'ajuster la baïonnette sur le fusil quand on voulait avoir recours à l'arme blanche, et celle de l'en retirer lorsqu'on revenait à l'emploi des feux. On reconnut que cette opération, qui exigeait beaucoup de temps et d'adresse, était très périlleuse, exécutée en présence d'une charge de cavalerie. De là tant d'efforts incessants pour satisfaire à la seconde, à la plus utile condition du problème, celle de rendre la baïonnette permanente sur le fusil, sans qu'elle nuisît à l'exécution des feux, autrement dit d'en faire une arme blanche d'une manière stable. Ce but fut atteint en France, si je suis bien renseigné, par le sieur Martinet, sous le règne de Louis XV, par l'invention de la baïonnette à douille.

Dès lors cessa peu à peu le mélange des armes, et ultérieurement celui des ordres. Mais avant que ces derniers n'arrivassent à ce qu'ils sont aujourd'hui, il y eut des controverses interminables au sujet des ordres anciens et des ordres modernes, ou plutôt au sujet de l'ordre mince et de l'ordre profond, puisque toutes les fois que l'on citait les ordres anciens, on aurait dû, suivant moi, considérer non pas seulement

ceux dans lesquels combattaient les hommes pesamment armés, mais ceux-là aussi dans lesquels combattaient les troupes légères. Et comme il s'agissait de donner une formation et un ordre à des hommes combattant plus souvent de loin que de près, plus en lançant des projectiles et en en subissant les effets qu'en employant les armes de pointe et de taille, les analogies (celles qui peuvent exister, pour la justesse et la rapidité des coups, entre la faible projection d'un arc et la projection toute-puissante du fusil et du canon, entre les combats isolés et mobiles des légers de l'antiquité et le combat de pied ferme et concentré des soldats modernes disposés en files et en rangs), les analogies, dis-je, auraient dû être tirées plutôt des combats des archers et des arbalétriers que des combats à la sarisse où à la lance des triaires.

Après l'invention de la baïonnette implantée (instata), il était nécessaire de tenter s'il serait possible de créer un ordre unique qui pût satisfaire tout à la fois, dans une seule et même circonstance, dans une seule et même action, aux besoins divers du fusil comme arme à feu et comme arme de main ; un ordre tel que, dans les feux, tous les hommes armés pussent tirer, et que dans les combats de main tous pussent se serrer, se rassembler pour la défense mutuelle, en portant des coups plus vigoureux ou résistant mieux à de tels coups.

Pour que tous puissent tirer simultanément, il est clair que la profondeur ne saurait excéder la longueur

fusil (1) ; pour qu'ils puissent frapper fortement, ister aux chocs, et faire face de tous côtés avec ergie, il est clair aussi qu'il convient d'augmenter profondeur au préjudice de la plus grande partie s feux. Il n'est pas moins évident encore que les ojectiles des grandes armes à feu produisent des ets considérables sur les agglomérations profondes, de petits effets sur les ordres minces.

Ainsi donc, ne vouloir avec une arme mixte comme fusil à baïonnette, qu'un seul et même ordre, c'est uloir deux choses qui s'excluent mutuellement.

---

(1) On pourrait, par un raisonnement rigoureux, déduire de la convenance de la formation de l'infanterie sur deux ou r trois rangs ; question non encore arrêtée, sinon chez les Anais, qui, dans la guerre de la Péninsule, paraissent avoir retiré 1 grand avantage de la formation sur deux rangs. Et attendu le le troisième rang ne peut tirer qu'autant que le premier a n genou en terre, situation souvent dangereuse et toujours incommode et fatigante, et que l'avantage de faire charger les rmes du second rang par les hommes du troisième se réduit à rt peu de chose, il est permis de supposer qu'il serait préférale de disposer l'infanterie sur deux rangs. Le flottement dans s marches en bataille (plus considérable sur deux rangs que ir trois, selon moi, contrairement à l'opinion du général de iambray) pourrait être efficacement corrigé en augmentant un u le nombre et les fonctions des serre-files.

Il resterait alors à l'ordre sur deux rangs les avantages sui-

Ramené à ces termes rigoureux : ordre mince ou ordre profond, le problème n'était donc pas susceptible de solution. On ne pouvait y répondre autrement que par une distinction ainsi exprimée ; pour les feux et contre les feux, ordre mince ; pour les combats d'arme blanche et la facilité des mouvements, ordre profond.

---

vants : 1° de gagner un tiers en plus d'hommes qui, placés sur les ailes, les prolongeraient en fournissant des feux que ne donnerait pas le troisième rang, et qui, mis ailleurs, fourniraient une réserve utile en mille manières ; 2° d'être moins dangereusement exposé aux coups de l'artillerie ; 3° de dissiper les dangers que font courir souvent au premier rang les feux du troisième, dangers signalés par beaucoup d'auteurs, et en dernier lieu, avec une grande force, par le maréchal Gouvion Saint-Cyr, dans ses mémoires (campagne de 1813). Il est vrai toutefois que l'infanterie sur deux rangs a besoin de beaucoup de calme et de fermeté, et qu'il serait peut-être nécessaire, dans la formation des carrés, de prescrire que, à l'exception de ceux qui sont formés par un seul bataillon, tous les autres fussent faits le plus souvent sur deux lignes. Quel grand changement n'aurait pas lieu dans la tactique, si les maîtres dans l'art de la guerre encore vivants en Europe, entreprenaient de résoudre, avec leurs lumières et leur expérience, un tel problème, et si, l'ayant résolu, ils concluaient pour l'adoption de la formation sur deux rangs ?

Or, ne pouvant, par les raisons alléguées, rendre les ordres mixtes, ou mêler des armes de diverses natures dans un même ordre, et le fusil étant une arme mixte renfermant en elle les éléments des deux manières de combattre, qui exigent nécessairement deux ordres divers et opposés, il ne restait plus d'autre moyen d'arriver à leur perfectionnement, que de les modifier à l'aide de moyens prompts, faciles et sûrs, de manière à pouvoir passer de celui qui convient aux feux, à celui qui est nécessaire pour les combats à la baïonnette, et à faire qu'ils pussent se substituer tour à tour l'un à l'autre, rapidement et facilement.

De là, l'art des déploiements rapides et du retour en colonnes diverses, selon la diversité des buts, des terrains et des bouches à feu. Les déploiements suivirent dans leur perfectionnement la raison mathématique, et, partant, restèrent invariables comme elle.

Ce n'est pas qu'il ne soit vrai, utile, indispensable, qu'il y ait un ordre habituel réglementaire, un ordre selon lequel les troupes soient ordinairement disposées; mais cet ordre doit pouvoir être changé autant de fois qu'il se présente d'occasions qui exigent une manière de combattre ou une disposition préventive, contraire à la nature et au but de cet ordre habituel.

Et puisque, dans les guerres actuelles, il n'y a pas de combats qui ne commencent et ne finissent par des feux, et que souvent, pour ne pas dire toujours,

ce sont les feux qui décident; puisqu'il n'existe, pour ainsi dire, pas d'exemple de combats sans artillerie, arme à laquelle on ne saurait sans grave inconvénient opposer l'ordre profond; puisque les combats d'arme blanche dans l'infanterie sont aussi rares que les combats de mousqueterie sont fréquents, il est nécessairement hors de doute que c'est l'ordre mince qui doit être pris pour ordre habituel des armées.

D'après cela, qu'il me soit permis de le redire: le problème des évolutions et des ordres, avec l'emploi du fusil à baïonnette, ainsi compris, et ce problème une fois résolu en calculant mathématiquement les évolutions ou les méthodes de ployer les troupes en colonne et de les déployer, il ne pouvait plus y avoir lieu à le soumettre à un nouvel examen fondamental, ni à soumettre les méthodes à de nouvelles et essentielles modifications.

Cependant les tacticiens français se sont appliqués avec beaucoup de soin à donner des définitions plus nettes, à prescrire un ordre plus rigoureux, à rendre l'enseignement plus complet et plus logique, à faire des applications plus étendues des vérités déjà démontrées: toutes choses qu'ils firent en compulsant avec clarté les ordonnances relatives à chaque arme. Ce fait ne pouvait échapper à la forte intelligence de notre auteur, qui, dans la comparaison qu'il fait du système des manœuvres françaises avec celui des manœuvres autrichiennes, dévoile ainsi son opinion et la justesse de son analyse: « Si du côté des Français, il

y a avantage en ce qui regarde l'ordre, la raison mathématique, l'exposition des règlements, cependant en ce qui regarde la pratique...... »

Or, des méthodes qui ont en leur faveur, l'ordre, raison mathématique et l'exposition, c'est-à-dire déduction logique, exacte et claire des principes x conséquences, ces méthodes à mon avis peuvent e regardées comme humainement parfaites, tant ur la doctrine qu'elles enseignent que pour les mos suivant lesquels elles l'enseignent.

Serait-il vrai que l'esprit humain se fût arrêté à de les limites et n'eût pas tenté d'autres voies pour arer à de nouveaux perfectionnements, à de nouvel- inventions? Je ne puis le croire. Il a tenu pour établi ce qu'il y avait de vrai dans les armes et les manœuvres; on a supprimé çà et là quelque éjugé radical et dangereux; et s'il n'a pas inventé nouvel agent de destruction plus puissant que la udre de guerre, il a retouché, augmenté et perfecé toutes les parties de la science militaire. (1)

(1) C'est ainsi que la France a changé plusieurs fois l'unité de res appelée *bataillon*, soit dans le nombre des compagnies, it dans celui des soldats. Essayant de la ployer, non-seuleent aux besoins du commandement et des manœuvres, mais core aux diverses fins des guerres qu'elle entreprenait. Il n'est difficile de reconnaître qu'autres doivent être la force et le mbre des bataillons dans des régiments destinés à des guer- offensives et lointaines, et autres dans des guerres défensives rapprochées. Dans celles-ci, l'armée peu éloignée de ses resrces, outre qu'elle ne s'affaiblit pas tant par les distances,

En effet, le tracé de Carnot et ses principes de défense ont considérablement modifié le tracé du grand Vauban et de ses commentateurs, ainsi que les calculs et le journal de Cormontaigne regardés presque comme des axiomes. Il serait téméraire à moi de vouloir juger comparativement les trois savants auteurs que je viens de citer ; peut-être les changements demandés par Carnot ne sont-ils pas tous également exempts de doute, à l'abri d'une critique plausible;

---

elle répare promptement ses pertes, en sorte que ces unités de la composition des régiments peuvent et doivent être en moindre nombre et moins fortes. Dans les guerres lointaines, il est nécessaire qu'elles soient en plus grand nombre et en force, afin de ne pas arriver trop affaiblies sur le théâtre de la guerre, et de pouvoir attendre les secours; devant toutefois rester au départ dans des limites qui n'excèdent pas celles qui sont compatibles avec la bonne administration et la discipline, puisque l'on peut au besoin fondre ensemble plusieurs bataillons, sans que les régiments, les brigades, etc., disparaissent de l'organisation. C'est ainsi que les voltigeurs sont devenus la véritable infanterie légère des armées, et que partout on a renoncé aux corps irréguliers qui en tenaient imparfaitement lieu. C'est ainsi que les Anglais ont présenté utilement aux méditations de l'Europe, une infanterie ordonnée sur deux rangs. C'est ainsi que la cavalerie et l'artillerie, jusqu'alors employées séparément, ont été réunies en de fortes réserves. Enfin les armées françaises, en conservant après le camp de Boulogne, dans les corps particuliers, les manœuvres primitivement em-

ais on ne saurait disconvenir que cet homme de mé-
te n'ait ouvert de nouvelles voies au courage dans
défense des places, n'ait créé de nouvelles métho-
s, fait entrer dans la défense, outre la force des ou-
ages et de l'artillerie, celle des combats d'homme à
mme, et ne l'ait fait participer aux avantages d'une
erre de positions successivement défendues et atta-
ées. Telles sont, en effet, les idées mères sur les-
elles il a modelé ses ouvrages et les a disposés en-
eux, d'après lesquelles il a recommandé les combats
près, les feux rapprochés, les feux verticaux de
it genre dans la dernière période de la défense,
lle de la défense active dont il fixait le commence-

---

ntées aux Prussiens, et depuis rendues parfaites par l'admi-
ble règlement de 1791 (modifié depuis, dans quelques ma-
œuvres spéciales, plutôt sous le rapport du mode que sous ce-
des principes), mais appliquées par les généraux d'une ma-
re plus étendue, plus hardie, plus transcendante, purent
nbattre ces mêmes Prussiens, qui leur étaient si supérieurs
tactique jusqu'aux premières années des dernières guerres.
ù l'on pourrait croire que ce sont les Français qui ont rat-
nt leurs adversaires en tactique au point résolutif, plutôt que
x-ci n'ont ratteint les Français. « Les Français... en ne fai-
t plus rien de considérable, en ce qui regarde... la compo-
ion et l'usage matériel des forces, se laissèrent rejoindre au
int résolutif, c'est-à-dire au point de l'attaque sur le ter-
n.... »
Ainsi s'exprime dans son mémoire, le baron major Ferrari.

ment au point même, peut-être, où Cormontaigne faisait terminer la sienne. Et il ne reste aucun doute aujourd'hui qu'une grande partie de ses méthodes, des modifications par lui proposées dans le tracé des ouvrages, n'aient été sanctionnées par l'expérience; il n'est donc pas permis d'affirmer que les progrès du génie militaire se soient arrêtés, je ne dirai pas à Cormontaigne ou à de plus anciens que lui, mais même à Montalembert et aux enseignements pratiques de Saint-Paul et de Boussmard.

En France, la Convention nationale a réuni en compagnies, et plus tard en bataillons, les sapeurs primitivement dispersés dans l'artillerie; elle leur a adjoint les mineurs, et donna ainsi au corps du génie cette troupe spéciale que Vauban demandait instamment, mais en vain, plus de cent ans auparavant.

Les équipages du génie, dont le manque dans l'armée anglaise lui fut si préjudiciable dans les siéges qu'elle fit en Espagne, d'après le dire du célèbre colonel Jones, furent organisés durant l'Empire. Ce qu'ont été les succès de la nouvelle organisation se voit dans les travaux qui ont été exécutés dans les siéges que la France a soutenus et entrepris depuis quarante ans, sous la direction des Chasseloup, des Marescot, des Haxo......, et par Anvers qui, deux fois en dix-huit ans, a vu reconstruire, défendre et attaquer ses remparts, par les sapeurs français sous la conduite des Haxo et des Carnot......

La guerre souterraine s'est enrichie des expérien-

s de Marescot, qui, dès 1798, annonçait que dans xplosion des mines on obtenait un plus grand effet ménageant un espace vide autour du coffre aux udres, au lieu d'effectuer en entier le *bourrage* de galerie ; elle s'est enrichie aussi des enseignements atiques et des perfectionnements indiqués par Gumrtz, par Gillot....

L'artillerie n'est pas restée en arrière des nouveaux soins que faisait naître la grande guerre, et les ccès immenses qu'elle a obtenus, aussi bien que les uveaux et grands moyens par lesquels elle les a obnus, témoignent d'un grand perfectionnement dans les méthodes. Rapidité du transport, justesse du tir et fréquence des coups, promptitude à ouvrir les feux ou à mettre en batterie, diversité des calibres, selon les buts divers que l'on se propose, tels sont, si je ne m'abuse, les résultats auxquels doivent tendre les perfectionnements successifs de l'artillerie. Ces voies de perfectionnements ont été tentées par les artilleurs de notre époque, jaloux d'élever leur arme à de plus hautes destinées.

C'est ainsi que la forme des voitures de l'artillerie de campagne est devenue l'objet d'une nouvelle analyse, comme étant la condition principale du transport rapide des pièces, de la célérité de leur mise en batterie, de leurs mouvements de retraite, de la reprise ou de la continuation des feux, de la distribution des caissons, de celle des munitions entre les combattants, du transport facile et sans dangers de ces mêmes munitions.

La question de savoir lesquels on doit préférer ou des anciens affûts et caissons du système Gribeauval, ou des affûts et caissons nouveaux de l'artillerie anglaise, ou des *wurst* autrichiens, ou des caissons russes à deux roues ; cette question est une de celles sur lesquelles je n'oserais prononcer sans en entreprendre une analyse minutieuse. Celui qui préfère une artillerie légère dont les voitures transportent les canonniers devrait peut-être applaudir aux systèmes anglais et autrichiens. Et si, comme le rapporte Dupin, l'artillerie anglaise (ainsi que la française qui l'a imitée en la modifiant) est parvenue à pouvoir n'employer qu'une seule espèce de roues pour toutes ses voitures, à simplifier la construction des avant-trains et des affûts, et à diminuer leur diversité, ne sont-ce pas là deux améliorations considérables dans l'attirail de guerre ? (1) Du reste, en voyant surgir d'une si grande

(1) On sait le grand nombre de roues différentes qui entraient dans le système Gribeauval, et combien son matériel diffère de celui du système anglais dont il s'agit ici; on sait aussi combien en diffère le matériel français actuel. Voici dans quels termes s'exprimait en 1827 le Comité de l'artillerie française, en parlant du nouveau matériel : « Des expériences comparatives, faites avec soin en 1824 et 1825 dans cinq écoles d'artillerie, « ont constaté les avantages que donnent au nouveau modèle « d'affûts et caissons d'artillerie de campagne, le mode d'attache des deux trains, l'égalité de hauteur des roues, et un « avant-train commun à l'affût et au caisson, principaux objets

é de science et d'expérience, un si grand nom-
le systèmes divers de matériel d'artillerie, peut-
est-il plausible d'en conclure que de même que
ièces diffèrent de poids, de calibre, de propor-
sous les mêmes poids et les mêmes calibres, d'af-
suivant les diverses fins auxquelles elles sont
nées, de même aussi la disposition du matériel est
roblème dont la solution, pour être relativement
le, demande que l'on prenne en considération la
rsité des terrains, des climats, des routes, de la
re des expéditions de guerre auxquelles chaque
on est le plus sujette.

ais si l'une des plus précieuses qualités de l'artil-

---

r lesquels le nouveau système diffère essentiellement du
tème Gribeauval. Ces avantages, bien reconnus, consistent
plus de simplicité et de solidité dans les constructions, en
oulage plus facile, plus de tournant, plus de célérité dans
nanœuvres, et plus de facilité à franchir les obstacles. »
ais les graves accusations produites par le général Allix,
r très distingué, contre le système du Comité; mais je
i. qu'elles ne tendent nullement à soutenir que le sys-
beauval dût rester invariable; au contraire, après avoir
s défauts de ce système et lui avoir préféré celui de l'an
endique comme siennes quelques-unes des améliora-
Comité, critique le reste comme inférieur aux systè-
beauval et de l'an XI, et finit par exposer son propre
'ignore quel a été depuis 1830 le système préféré
erie française.

lerie consiste dans la mobilité, il faut bien convenir qu'il eût été impossible de l'obtenir sans deux conditions principales, à savoir : un corps spécialement et constamment destiné au transport des pièces, des munitions et des attirails de guerre, instruit, organisé et armé à cet effet, et un corps de canonniers pouvant suivre leurs pièces, transportées avec la plus grande vitesse des chevaux : autrement dit, un corps du train, et un de canonniers soit à cheval, soit monté sur les voitures. Or, la création de ces deux corps date des dernières guerres, sinon comme invention absolument neuve, du moins comme développement étendu et méthodique d'une idée à peine entrevue et faiblement appliquée auparavant. (1)

Je doute que la guerre de Sept-Ans, si instructive par le grand nom de Frédéric, par la multiplicité des opérations et des batailles, par la diversité des théâtres sur lesquels les combats ont eu lieu, par le per-

---

(1) Le corps du train fut organisé en France par décret des Consuls du 13 nivôse an VIII, non sans opposants qui soutenaient que c'était avilir le soldat que d'en faire des charretiers !... et en Angleterre en 1793, sous les auspices du duc de Richemont. Les canonniers à cheval furent adoptés en Russie par les soins du général Milessino, dans les dernières années du règne de l'impératrice Catherine II, mais d'une manière fort imparfaite. Paul 1er les apprécia peu, en haine de leur origine, qu'il supposait être franco-républicaine et non pas prussienne.

fectionnement des évolutions, par les prodiges d'une savante et grande unité contre le continent presqu'entier uni dans les conseils, mais divisé sur le terrain ; je doute, disais-je, que la guerre de Sept-Ans puisse présenter des combats d'artillerie comparables, pour le succès et pour l'exécution, à la grande batterie de Wagram, au canon de Hanau et à mille autres opérations militaires où nous avons tous vu l'artillerie légère de France et des alliés, précéder les déploiements de toute arme et les protéger, changer rapidement de position pour produire des masses de feu subites, pour prendre des revers sur l'ennemi, suivie de quelque escadron à la distance de moins d'une portée de fusil.

Certes, on ne peut concevoir ni des rassemblements d'artillerie si nombreux et en même temps si bien ordonnés et si mobiles, ni les grands effets qu'ils ont produit, sans admettre un perfectionnement essentiel dans les méthodes.

Il faut bien que les progrès de l'artillerie aient été des plus notables pour qu'elle ait pu tant ajouter à la force et aux succès de la cavalerie, en lui fournissant les feux dont elle manquait, l'égalant en vitesse, et soutenant son audace. Par là, elle a rendu l'attaque supérieure à la défense dans les pays de plaines, où la présence d'une cavalerie prompte à charger oblige l'infanterie à un ordre ferme et compacte que les feux de l'artillerie lui rendent impossible (1).

(1) Si, à Marengo, le général Elsnitz contre la garde consu-

C'est d'ailleurs une question non encore définitivement résolue, que celle de savoir si une artillerie à cheval est ou n'est pas préférable, pour le but à atteindre, à une artillerie montée. Car s'il est vrai, comme il le paraît, que dans les dernières guerres les artilleries légères des alliés, dont quelques-unes avaient leurs canonniers montés sur les voitures, n'aient rien laissé à désirer (1), comparativement à l'artillerie à cheval de la France, il l'est aussi que ni les Français, ni les Prussiens, ni les Russes, n'eurent à se plaindre

---

laire; si, en 1812, au premier combat de Krasnoi, la cavalerie française contre le général Newroski, eussent pu faire précéder leurs charges par le feu d'une artillerie prompte, ni le général russe n'eût pu conduire à terme sa belle retraite, ni le carré de Marengo n'aurait fatigué et tenu si long-temps en échec la belle et nombreuse cavalerie impériale. Mais le général Elsnitz paraît en avoir manqué, et les Français, à Krasnoi, en attendirent pendant long-temps et n'en virent arriver, à la fin, qu'un peu qui appartenait à l'armée alliée, et qui était imparfaitement servie. La cavalerie anglaise ne vint à bout des carrés de la garde française à Waterloo, qu'après les avoir pour ainsi dire battus en brèche avec son artillerie.

(1) Ainsi que l'affirme le major Ferrari, page 16 note 1re. — Cependant les canonniers à cheval français, prussiens, russes et polacres (du grand-duché de Varsovie), italiens de tous pays... ont aussi eu leur part de gloire dans beaucoup de victoires.

des effets de leurs artilleries servies par des canonniers à cheval. Seulement il reste encore à savoir, à moins que je ne me trompe, si le poids des canonniers, ajouté à celui des voitures, diminue ou non la vitesse de celles-ci, comparativement à celles de l'artillerie à cheval. Il reste également à déterminer nettement si, dans tous les cas, dans tous les temps et dans tous les pays, les *wursts* peuvent suivre les pièces avec la même facilité que les canonniers à cheval, et, partant, si avec eux les feux peuvent commencer au même instant. S'il en était ainsi, il faudrait admettre qu'une pièce à la prolonge, et un caisson ou wurst, avec ses canonniers, jouiraient de la même vitesse, ce qui ne me paraît pas du tout une vérité démontrée (1).

---

(1) Le lieutenant-général Allix (*Système d'artillerie de campagne de D.-G. Allix; Paris, Anselin et Pochard*, 1827), juge compétent par de longs et importants commandements (sans parler de ses autres titres), s'exprime sur ce sujet dans les termes suivants: « J'ai vu et entendu beaucoup de songes creux « qui n'ont vu... la guerre que dans les bureaux du ministère... « avoir à cet égard » (l'abolition de l'artillerie à cheval) « la « meilleure volonté du monde. Gassendi a prêché ce système... « mais c'était chez lui par principe d'économie, et non par dé- « faut de connaissance, et, en effet, en supprimant les chevaux « de l'artillerie à cheval, on évite... les dépenses... mais il y a « à la guerre des économies qui ne sont pas bonnes à faire... » Et plus loin: « Ce serait ignorer la nature des choses, de vou-

Caraman, dans un mémoire remarquable par l'impartialité et la clarté des discussions, a comparé les divers systèmes d'artillerie légère en usage en Russie, en Prusse, en Autriche, en France et en Angleterre. Il y montre, en regard l'un de l'autre, les avantages et les inconvénients de chaque système, tant en ce qui regarde le transport des canonniers qu'en ce qui regarde les diverses manières de proportionner les canons de tous calibres et les obusiers, de transporter et d'apprêter les munitions en vue de la célérité du service et de la promptitude à commencer les feux. Officier général très distingué dans cette arme, observateur sagace des artilleries de tous les pays et des ordonnances militaires de la Prusse, riche d'un très

« loir... donner à l'artillerie à pied, la même vitesse qu'à l'artil-
« lerie à cheval... Aussi tous les efforts pendant le cours de nos
» dernières guerres pour démonter les canonniers, et subs-
« tituer aux chevaux, pour porter les canonniers, les voitures
« mêmes de l'artillerie, ont-ils été sans succès. » En France, les essais faits pour transporter les canonniers sur les voitures, ont précédé ceux qui le furent pour les mettre à cheval. L'expérience n'a pas été favorable au premier mode de transport ; le second fut suivi de longs et brillants succès, qui conduisirent à en abuser. Frédéric a rendu son matériel d'artillerie plus léger, créé l'artillerie à cheval, et l'a toujours conservée avec jalousie. Serait-ce faire un progrès que de retourner au *wurst* ? Les savants en jugeront.

ınd nombre de faits de guerre, dont il avait la mé-
ıire, il se prononce pour l'artillerie à cheval. Et il
à remarquer que les ordonnances françaises qui
t prononcé la dissolution des régiments d'artillerie
heval, n'ont pas pour cela supprimé cette artillerie,
is en ont réparti les batteries dans les régiments
xtes de nouvelle formation.... La Prusse et la Rus-
ont aussi conservé cette artillerie (1).

Peut-être faut-il attribuer la réunion en un seul
rps de l'artillerie à cheval et de l'artillerie à pied, en
ance, à la même idée qui a fait réunir dans ce même
ys le train à l'artillerie, en chargeant les canonniers
ut à la fois de servir les pièces et de les conduire.

Or, si notre auteur doute, nonobstant vingt-deux
ınées d'expériences, qu'un canonnier puisse être à
fois, selon son expression, un hussard impé-
ıeux (2) et un patient conducteur de machines, il

---

(1) La Prusse conserve en temps de paix 108 pièces servies par
ırtillerie à cheval, et 162 par l'artillerie à pied. Il paraît qu'en
mps de guerre les premiers sont aux seconds comme 1 à 4. Ca-
ıman (*Essai sur l'armée prussienne*, p. 110, *Paris*, 1831) s'ex-
rime ainsi : « Comme on tient beaucoup... à la perfection des
manœuvres, on exige beaucoup de l'artillerie à cheval, qui
est habituée à suivre et la plupart du temps à précéder les
mouvements les plus rapides de la cavalerie : elle les exécute
ordinairement au galop, souvent en carrière.... »

(2) Il convient de faire remarquer qu'on n'est pas un hussard
ır monter à cheval, mais qu'il faut encore, pour cela, se ser-

serait plus permis encore de douter qu'il fût apte à devenir tout à la fois un bon écuyer, dans les circonstances les plus variées, et un artilleur habile sur les champs de bataille et dans les arsenaux. Je ne comprends pas non plus qu'il puisse être plus difficile de savoir conduire un seul cheval que deux chevaux et la machine à laquelle ils sont attelés, d'être palefrenier d'un seul cheval que de deux (1).

Du reste, ou il arrivera qu'on ne verra plus en Europe de grandes batailles, et alors le besoin de grandes réserves proportionnées ira en diminuant, et les grands corps de cavalerie se trouvant plus spécialement disséminés, il n'y aura plus nécessité de grands rassemblements d'artillerie légère; ou bien (et c'est je crois ce qui arrivera), l'on continuera d'employer des armées colossales, à livrer des batailles colossales, et alors, de grandes réserves de toute arme étant indispensables, force sera de réunir ensemble les batteries légères dispersées dans l'artillerie à pied. Dans ce cas, leur dispersion en petites fractions restera, peut-

---

vir du cheval pour le même but et de la même manière que les hussards.

(1) L'auteur de l'article désapprouve ceux qui, en mettant un artilleur à cheval, en font un palefrenier et l'obligent à l'instruction du cavalier; mais il approuve qu'on en ait fait un conducteur. J'admets qu'il ait raison. Ne serait-ce pas là une nouvelle amélioration suggérée aux hommes instruits dans les dernières guerres?

être, plutôt comme un mode de les mieux administrer en temps de paix que de les employer en temps de guerre. De même que, à cause de la rapide consommation des artilleurs que la guerre entraîne, il sera peut-être nécessaire de renoncer aux canonniers conducteurs, dont la double et difficile instruction qu'ils exigent se conciliera mal avec le peu de temps que la guerre permet d'y consacrer.

Il me semble que sur ce sujet on pourrait conclure d'une manière générale: que l'artillerie légère de campagne (soit à cheval, soit montée) peut souvent suppléer à l'artillerie à pied, et que souvent cette dernière ne peut pas suppléer à la première. Mais la différence dans la dépense conseillera toujours de n'avoir pas de celle-ci au-delà de ce que la nature des pays où se fera la guerre et la quantité de cavalerie qui entrera dans les armées, le feront juger nécessaire.

En résumé, l'artillerie a amélioré ses premiers éléments, elle est devenue plus rapide, plus hardie, plus manœuvrière, et, par suite, a pu apparaître sur les champs de bataille en rassemblements plus nombreux et mieux ordonnés. Les calibres dans l'artillerie de campagne n'ont pas beaucoup changé; mais la proportion des obusiers a considérablement augmenté; les pièces de quatre de bataille, courtes et longues, ont pour ainsi dire cessé d'être employées; la diversité des calibres et les inconvénients qui en sont la suite ont diminué; quelques-uns des calibres de ba-

taille ont pu être allégés (1) sans diminution de l'effet du tir. Mais dans cette arme comme dans les ordres et les évolutions, les données étant restées fixes, l'amélioration ne devait rouler que sur le choix des méthodes par lesquelles on pouvait tirer un plus grand avantage des qualités qu'elle acquérait successivement.

A quoi bon, en effet, avoir tant accru la rapidité de l'artillerie, avoir fait qu'elle pût tirer plus promptement, plus long-temps, de plus près, et se retirer plus tard, si la moitié de cette artillerie avait dû rester, comme par le passé, attachée aux bataillons, et se trouver par là tantôt en trop petit nombre, tantôt en trop grand nombre, et toujours immobile sur les lignes de bataille? si elle avait dû, ainsi dispersée, opposer l'inefficace dissémination de ses feux à la puissante concentration de ceux de plusieurs batteries qui, par un changement rapide de position, auraient fait converger leurs feux sur chacune de ses parties? Si, alourdissant la marche des bataillons dans les pays de montagnes, et les protégeant faiblement dans les pays ouverts et de plaines, elle n'avait pu, selon les circonstances, en être détachée dans les premiers, et les accompagner en plus grand nombre et avec des calibres mieux appropriés dans les seconds? De là vient que par une autre modification du système Gribeau-

(1) Dans l'artillerie anglaise et aussi dans le système de l'an XI et ceux qui l'ont précédé. — Pas n'est nécessaire de rappeler

ral (1) due à la nouvelle manière de combattre et aux nouveaux artilleurs, les bouches à feu furent rassemblées en divisions et en réserves, comme l'avaient été les autres armes, et l'artillerie, si puissante par elle-même, put agir par masses et être distribuée comme et où il convenait le mieux, selon les besoins et les vicissitudes de la guerre.

---

la profusion du calibre de quatre dans le système Gribeauval, la rareté des obusiers, la dissémination des pièces dans les bataillons... erreur du temps plutôt que sienne, mais erreur de fait en définitive. Du reste, pour les grandes améliorations introduites dans l'artillerie, comme aussi pour la convenance de l'artillerie à cheval et de sa manière de combattre réunie avec la cavalerie, on peut voir les ouvrages éminemment instructifs de MM. Grévenitz et Decker (traduction de Ravicchio) ouvrages où l'étendue du savoir n'est pas moins admirable que la grande expérience de ces deux célèbres et laborieux auteurs, expérience qui se fait remarquer dans tous les autres ouvrages de Decker. (Pour *Grévenitz*, *Paris*, 1831, chez *Levrault*, et pour *Decker*, *Paris*, 1825 et 1831, *chez le même).*

(1) Dès le commencement des dernières guerres, on sentit en France le besoin d'un changement dans le système Gribeauval, et les organisations de l'an III, de l'an VIII et de l'an XI de la République, pourvurent diversement à ce besoin. C'est ce qui fit dire au général Lespinasse, dans son *Essai sur l'organisation de l'artillerie*, *Paris*, *an VIII*, *note b.* « Si, lorsque le général « Gribeauval a organisé le canon de campagne, nos armées « avaient été composées comme aujourd'hui, de divisions con-

montré, jusqu'à un certain point, qu'un homme peut difficilement combattre à pied, lorsque tout en lui, sabre, bottes, casque, manque d'habitude de son arme à feu et de confiance en elle, est fait pour l'en empêcher, lorsque par habitude il désire son cheval, craignant de le perdre, et que souvent il ne lui est plus donné de le reprendre. Mais il n'est pas vrai pour cela que cet homme combatte mal à cheval ; aucune raison ne le fait présumer, aucune expérience ne le prouve (1). Que lui manque-t-il, en effet, pour se croire moins, ou pouvoir moins que tout autre soldat de la cavalerie ? Mêmes armes, mêmes chevaux, facilité entière des mêmes mouvements, mêmes habitudes, même vie. Quant à savoir de quelle nécessité peut être une cavalerie intermédiaire, quel que soit le nom qu'on lui donne, soit pour les services de guerre, soit pour la facilité et l'économie des remontes, il serait long et inopportun d'entreprendre de le démontrer après le beau travail publié sur cette matière par Marbot dans sa réfutation de Rogniat, et en admettant comme démonstration les ordonnances de cavalerie de toutes les grandes armées d'Europe.

---

(1) Le major baron Ferrari condamne les dragons, et comme infanterie et comme cavalerie. Il paraît penser, avec Rogniat, qu'on ne devrait employer dans les armées que deux espèces de cavalerie, la cavalerie légère et la cavalerie pesante.

fusées à obus puissent être utiles, à cause de la facilité de leur transport et de l'établissement des batteries, de la quantité et de la vivacité des feux, du peu d'artilleurs qu'elles demandent pour leur service. Je ne crois pas qu'elles méritent d'être regardées comme le meilleur moyen d'incendie que l'artillerie possède; car beaucoup d'autres, avec le même artifice, ont l'avantage de pénétrer plus profondément, et de démolir en pénétrant. Que s'il était nécessaire d'incendier sans démolir en même temps, les boulets rouges conviendraient peut-être mieux, en supposant qu'il fût possible d'employer le tir horizontal.

Quoi qu'il en soit, il reste au général anglais, inventeur (ou du moins premier promoteur en Europe) des fusées de guerre, et à notre époque, le mérite d'avoir procuré une arme nouvelle, utile sous certaines conditions intrinsèques, limitées, nécessaire même, peut-être, dans quelques lieux et dans quelques cas spéciaux.

De nos jours, Villantroys a créé de nouveaux et plus puissants obusiers de siége; la Russie a vu naître le licorne, obusier de bataille de portée plus avantageuse; Paixhans a inventé le canon à bombe et procuré par là à ce projectile, au moyen du tir horizontal, un puissant effet du ricochet, joint à plus de justesse et de rapidité dans le tir; les arsenaux de l'Angleterre ont fourni leur contingent de perfectionnement dans le boulet creux à mitraille de Shrap-

nell (1) ; la lance (introduite en France, pour la première fois par le maréchal de Saxe, comme armement de l'espèce de cavaliers qu'il appela *Uhlans*, et depuis abandonnée), non pas la lance du moyen-âge employée contre la cotte de maille, mais une autre plus commode et plus légère, a reparu avec avantage dans la cavalerie des armées d'Occident; les Français ont complété et perfectionné l'arme défensive des cuirassiers; partout les arsenaux, en classant les idées et les travaux, ont obtenu de plus prompts, de plus parfaits, de plus grands résultats dans leurs nombreux ateliers; l'art de jeter les ponts, pour le passage des grandes rivières défendues, s'est enrichi de nouveaux moyens et de nouvelles applications (2) ; l'hygiène militaire, dans toutes ses parties, l'administration dans toutes ses ramifications ont pris une nouvelle vie comme sciences et comme méthodes; les tentes ont été abolies, et le reste des bagages a été réduit à

(1) Ce projectile est moitié plein, moitié vide, et rempli de balles. Il éclate à une distance donnée.

(2) Les ponts du Danube au second passage de l'armée française, en 1809: les ponts à pontons cylindriques, essayés en Angleterre et en France; la presse hydraulique, indiquée par Dupin (*Voyages dans la Grande-Bretagne. Forces militaires*, t. II. *Études et travaux*). Il est évident que ce n'est pas dans un travail aussi court que le présent mémoire, qu'il serait possible

moins d'un tiers, et avec eux les consommateurs inactifs; d'où moindre consommation des vivres, et plus grande économie, plus grande rapidité des mouvements, et possibilité d'accroître relativement les machines et les transports de guerre.

A cela ne se bornent pas les droits de notre époque à l'estime des âges futurs; son génie ne s'est pas arrêté dans de si étroites limites. Mais avant de passer outre aux ordonnances militaires actuelles, qu'il me soit permis de dire quelques mots sur les dragons.

Foscolo, dans son édition de Montécuculli (et avant lui beaucoup d'autres, moins complètement) a parlé d'une manière si savante sur l'origine de cette arme, qu'il serait inutile de rien répéter à ce sujet. Mais il ne le sera pas, peut-être, de traiter la question de l'avantage et de l'inconvénient qui résultent de son service.

La raison indique, et l'expérience semble avoir dé-

---

d'exposer comparativement chacune des parties de la science militaire et de ses applications. En signalant quelques-uns des travaux et des perfectionnements de ces derniers temps, mon seul but est d'indiquer le mouvement des esprits, en Europe, qui partout se sont ardemment portés vers l'amélioration des nombreuses branches de cette science, et de noter quelques-uns des effets de ce mouvement. Voir l'ouvrage de *Drieux* et l'*Essai sur les ponts militaires de Douglas*.

manentes, et enfin des armées recrutées par la conscription (1), peut-être découvrirait-on de nouvelles lumières et de nouvelles données de calcul éminemment importantes, non-seulement pour la science de l'homme d'État, mais aussi pour la nature, l'esprit et les dernières conséquences des guerres actuelles.

Quoi qu'il en soit, en m'en tenant étroitement aux conséquences purement militaires du nouveau mode de recrutement et d'instruction des soldats, j'en déduirai et signalerai le grand effet qu'il a produit, non tant celui d'avoir augmenté considérablement la force numérique des armées, que celui d'en avoir prodigieusement accru l'intelligence et la moralité, objet de beaucoup plus important.

Temporairement transportés par la loi commune à la défense commune, toutes les conditions, tous les savoirs, toutes les vertus, sortirent comme par enchantement du sein des milices : capitaines, publicistes, administrateurs, savants qui, en combattant, résumant, mettant d'accord l'expérience et la théorie,

---

(1) En déterminant les trois formes et époques successives de la qualité des armées, j'ai dit : milices féodales ou communales, armées permanentes, armées recrutées par la conscription. Un autre les désignera mieux ; il me suffisait de trouver une indication quelconque qui exprimât mon idée et distinguât sensiblement les trois périodes.

ont enrichi les sciences militaires d'un si grand nombre de profonds et lumineux traités.

A partir de ce moment la guerre est devenue plus douce, le malheur a cessé d'être un crime, le butin n'a plus été le seul but du combattant, ni le salaire, le seul appât du service, mais bien l'honneur et la patrie, c'est-à-dire la vraie gloire. Enfin, la conquête, toujours funeste, a pu du moins conserver l'ordre et les formes de l'humanité et de la justice. Par là, les grandes entreprises sont devenues faciles, car il s'est trouvé du cœur pour les vouloir et de l'intelligence pour les apprécier. Par là, la guerre est devenue une affaire propre; le drapeau, la représentation de la patrie. Par là et pour cela, le commandement a été rendu facile, l'obéissance a été consentie, le but a été le même pour tous et éminemment noble.

Dès lors, les améliorations ont pu progresser avec rapidité, en trouvant des armées capables de les comprendre et désireuses de les obtenir, des esprits qui, unissant à un zèle égal plus de pénétration et de connaissances, ont pu les imaginer et les propager par l'enseignement.

Aussi, quand Sainte-Chappelle affirme que, « si l'on « a fait de grandes choses aux armées françaises dès « 1792, c'est moins avec des théories et des inven- « tions systématiques, qu'avec la force d'âme, la vi- « gueur du bras et l'exaltation du courage ; » il ne fait qu'exprimer un fait dont l'origine lui est échappée. La grande cause, à mon avis, il devait la voir

dans la conscription. C'est elle qui formait l'esprit des armées, esprit que le plus grand capitaine du siècle a su admirablement comprendre, organiser, diriger.

La conscription, toutefois, ne suffit pas à elle seule. Pour mettre d'accord l'économie et les besoins d'une grande défense, on a imaginé des systèmes de grandes réserves, sous des noms divers et diversement organisées. Sans doute les *landwer*, les *landsturm*, les bans, les gardes nationales, les colonies militaires, les milices, sont composés, comme les armées actives, de bataillons, de compagnies, d'escadrons, de régiments, parce que de ces diverses divisions, les unes ont été reconnues utiles pour la facilité de l'administration, de la discipline, de l'habitation en commun d'un nombre déterminé d'hommes, tandis que les autres l'ont été pour la facilité de l'instruction et des évolutions; mais l'innovation consiste moins dans les formes sous lesquelles ces réserves sont organisées, que dans les éléments mêmes dont elles se composent. L'alphabet est l'instrument qui sert à transmettre toute espèce de science, mais ne constitue pas lui-même toute science.

On se tromperait grandement, quelque grands que soient les capitaines de la France, et le plus grand d'entre eux si grand qu'à peine l'Océan lui-même put le contenir après sa défaite, si l'on pensait que leurs succès aient été uniquement dus à la supériorité de leur génie militaire; car il n'existe pas d'histoire de

guerre où se montre plus manifestement que dans celles de nos jours, combien ont pesé dans les victoires, tantôt un corps éparpillé sans ordre, se condensant et résistant par suite d'une communauté d'idées et non de commandement ; tantôt un officier habile à juger le lieu et le temps, maintenant invariablement son poste et saisissant le moment favorable à l'action ; tantôt un partisan intrépide et adroit, qui, prenant moins conseil des principes et des ordres qu'il a reçus que de l'opportunité des circonstances, intime à plus fort que lui de se rendre, aux places de se prosterner devant le sabre courbe d'un hussard (1).

L'ensemble de tels faits, de tels hommes, que la conscription fournissait largement, et des améliorations opérées par eux dans toutes les parties de l'art, constituent le grand drame de ces grandes victoires. Sans doute le génie du capitaine distinguait le moment opportun, l'idée magistrale, le point important à la victoire, et conduisait les armées sur le terrain de l'action par des mouvements médités ; mais, arrivé

---

(1) Rampon à Montenotte, Guyeux à Salo, Kellermann à Marengo, Richepanse à Hohenlinden, Mortier à Dierstein, l'admirable défense des défilés de Kœsen, la bataille d'Auerstadt, les succès des avant-gardes françaises dans toutes les directions, après les batailles jumelles de Iéna et d'Auerstadt.... La matière est abondante, le choix seul est difficile.

là, et parfois aussi avant d'y arriver, le talent particulier des exécuteurs, souvent jusque dans les grades les moins élevés, maîtrisa des évènements non calculés, des cas fortuits, cette grande part d'inconnu, d'incertain, de vague, qui accompagne toujours la conception éminemment ardue d'une grande stratégie.

La formation des grandes armées a rendu nécessaire la création de nouvelles méthodes pour les conduire. Et peu s'en est fallu que la perfection de ces méthodes ne permît de mouvoir, de faire vivre, de faire combattre les armées les plus nombreuses, avec la même facilité, la même justesse et la même précision qu'un seul régiment.

On passa alors des évolutions aux mouvements, de la grande tactique à la stratégie. Pour des bataillons et pour les lignes, les évolutions suffisaient, et pour celles-ci il n'était besoin que de la vue, de la voix et des signaux. Mais quand il s'agit de multiplier les colonnes dans de vastes espaces, en les coordonnant pour un même but et les soutenant les unes par les autres; de les faire marcher en combattant, sans dévier du but; d'y conserver partout l'unité de mouvement, en brisant l'unité de la défense ou de l'attaque ennemie; de distinguer le point capital pour la victoire, en tenant compte dans cette appréciation des distances et du temps, de la configuration du pays, de la disposition de l'armée ennemie; quand il s'agit de tendre vers ce point capital avec un effort suprême

préoccuper ou en ne se préoccupant que peu
afin de conserver la liberté des mouvements :
telles opérations il ne suffisait plus d'ordon-
bataillons et des brigades, de diriger des feux
harges impétueuses, la voix, les signaux, les
étaient plus des guides suffisants.
llait méditer sur l'allure des grands corps ; il
eur donner la souplesse des mouvements et le
rs de toutes les armes ; il fallait combiner les
de telle sorte que, seuls, ces corps formassent
nées, et que, dans l'armée, ils en fussent des
s coordonnées et proportionnées au tout ; il
outenir artificiellement et savamment ces corps
les uns des autres par de vastes terrains, au
de grandes réserves disposées dans la direc-
leur mouvement sur le point capital ; il fallait
rvoir de forces suffisantes pour les rendre ca-
d'une période de résistance proportionnée au
nécessaire, capables aussi de parer à quelque
erreur, ou d'accomplir un grand mouvement
e grands espaces, et des évolutions compli-
il fallait enfin, doué d'une incessante et infa-
activité d'esprit et de corps, poursuivre son
r par jour, et toujours parant à l'instabilité ou
révu des évènements.

i naquirent d'abord les divisions, et ensuite les
l'armées, véritables armées par rapport à eux-
, et mobiles parce qu'ils étaient séparés, véri-
membres de l'armée entière, et celle-ci, par cela



même, mobile comme chacun de ses membres. Se composer sans se confondre, conserver l'agilité d'un corps peu nombreux et la force d'une grande armée, se suffire à soi-même pendant un temps déterminé, et contribuer en tout temps au plan général, en se conformant à l'esprit régulateur, lui éclaircissant les faits, lui transmettant les présomptions, observant l'ennemi, rassemblant les moyens de guerre, fournissant en un mot, les matériaux nécessaires à former rapidement, avec exactitude, le calcul variable de la conduite journalière de la guerre ; tel est l'esprit, tel est le but, tels sont les inestimables avantages de cette haute conception militaire.

Pour atteindre ce but, il fallait substituer l'écriture à la parole, les reconnaissances militaires au coup d'œil, les courriers aux signaux ; il fallait associer le travail assidu du cabinet aux dispositions matérielles sur le terrain ; l'âme régulatrice devait se communiquer aux plus éloignés, rendre ses pensées présentes partout ; centre de ce grand mécanisme, elle devait faire en sorte que de toutes parts les renseignements lui arrivassent tour à tour et efficacement, et pussent être renvoyés du centre sur tous les points, sous forme d'ordres et d'instructions.

Telle fut l'origine de la nouvelle forme donnée au corps d'état-major. Il servit comme de lien entre les diverses fractions de l'armée, étudia et décrivit les terrains, forma, si l'on peut s'exprimer ainsi, le moyen de circulation de l'esprit du commandant en

ıs le cabinet, dans les commissions de tout
sur le champ de bataille. C'est ainsi qu'il
'u à l'ordonnancement de la masse des hom-
ıêtes, intelligents et courageux, que la cons-
'ournissait abondamment.

mier et grand élément de force et de puis-
térielle et morale, sans lequel ni les peuples
ıées ne seraient fondés à espérer des destins
: prospères, mériterait, non pas un simple
nais un traité complet. On comprend que je
ler ici de l'instruction progressive et gra-
ıi, dans quelques-unes des grandes armées
ıpe, a déjà obtenu une organisation si com-
e si vaste application, qu'elle laisse de beau-
arrière tout ce qui a été tenté d'analogue
temps plus éloignés de nous.

lle comparaison et l'analyse dont elle aurait
ıxigeraient des limites beaucoup plus éten-
celles que comporte la nature du présent
Néanmoins, citer la Prusse avec ses mille
'instruction régimentaire, d'instruction de
, d'instruction de collége; avec ses nombreu-
ıthèques militaires, ses cent ouvrages d'ins-
élémentaire, rédigés avec clarté et répandus
ɔn; avec ses écoles et leurs professeurs, con-
ıent distribués dans les différentes residen-
rmée; avec ses polygones, ses méthodes de
ınt et de manœuvres, ses écoles pratiques et
dans toute arme; avec les expériences sans

cesse renaissantes, entreprises dans les nombreux ateliers de ses arsenaux.... citer la Prusse comme un exemple choisi entre beaucoup, ne sera-ce pas avoir suffisamment démontré combien notre siècle s'est avancé dans la carrière des ordonnances militaires depuis le siècle même du grand Frédéric!

Et, sans parler des corps savants, qui ne voit combien la masse des troupes dans les armées est devenue plus instruite, combien la classe précieuse des officiers subalternes et celle plus précieuse encore des sous-officiers sont devenues plus studieuses, plus instruites, plus dignes, et partant plus probes et plus capables de comprendre et d'exécuter, combien plus noblement elles influent sur le soldat et assurent le service, combien elles sont devenues plus aptes, dans les passages rapides du pied de paix au pied de guerre, à occuper convenablement les grades et les emplois que l'augmentation du nombre des hommes et des cadres exige impérieusement? Qui ne voit, partout où la conscription a rendu le service temporaire et de courte durée, combien l'éducation et l'instruction régimentaire, encouragées et bien dirigées, peuvent contribuer à l'amélioration de l'esprit national et au progrès de l'instruction générale? En fait, le même homme qui, dans sa localité, n'aura pu, peut-être par manque d'enseignement ou de surveillance, peut-être par suite de distractions nécessaires ou coupables, recevoir la plus légère instruction ni concevoir l'idée complexe de patrie et de nation, ni rien comprendre

au-delà du village, de la famille, du travail mécanique et uniforme des champs ; ce même homme, après avoir contracté dans les corps, la discipline, l'esprit d'ordre, les premiers rudiments des lettres, la dignité à laquelle la devise habitue, l'obéissance, la fraternité qui provient de la vie en commun, revenant dans ses foyers, ne démentira pas ses jeunes années, mais ne pensera plus désormais que sa patrie soit tout entière renfermée dans son village. Cet homme, en comparant un plus grand nombre d'idées, sera apte à corriger les moins bonnes, ce à quoi coopérera efficacement la part d'éducation littéraire qu'il aura reçue dans les régiments.

Telle est l'amélioration dont sont capables le cœur et l'esprit humain, que des gouvernements sages et des penseurs profonds n'ont pas désespéré d'arriver, par le moyen des prisons pénitentiaires, à adoucir les sentiments, à corriger les habitudes, à développer l'intelligenee, à rendre enfin à la société, probes, laborieux, instruits, bon nombre de ces hommes que la société avait repoussés de son sein comme éléments délétères, exemples et propagateurs du vice, obstacles à son bien-être et à son progrès. Il est donc à croire que les hommes honnêtes que la conscription fournit, quand elle est sévèrement appliquée, retireront du bon et uniforme emploi du temps, de la surveillance rigoureuse résultant de l'habitation en commun, de la multiplicité des grades, de la promptitude des récompenses et des peines, de l'enseignement

primaire reçu dans la milice, de puissants éléments d'amélioration morale et littéraire. Par ce moyen, une classe nombreuse d'individus sera restituée chaque année à la masse commune, non-seulement sans danger pour celle-ci, mais avec l'espoir fondé d'en rendre les conditions meilleures.

Alors le système des examens successifs dans les armées deviendra efficace, utile et juste, puisque c'est alors seulement que les moyens d'instruction ne manquent pas, qu'il est juste d'en demander compte à ceux qui ont pu en profiter et n'ont pas su ou voulu le faire. Alors l'examen, qui dans les choses militaires n'est pas une garantie de la réussite et ne prouve que le savoir, c'est-à-dire une des conditions de la réussite, pourra, en temps de paix, compenser cette part d'inconnu attachée à tout militaire jusqu'à ce que l'expérience de la guerre ait pu mettre en lui au jour les qualités que la science ne donne pas : l'intrépidité, le courage, la promptitude à concevoir, l'instantanéïté du choix, la clairvoyance à juger l'ennemi et le terrain, le meilleur emploi des différentes armes, le calme et la tranquillité d'âme au milieu des vicissitudes des combats; enfin, non pas les idées que la science peut donner, mais le choix et l'application à en faire, selon les convenances du moment, du lieu, des hommes et des circonstances.... Science ardue, à laquelle comme à une autre on peut raisonnablement appliquer l'aphorisme connu : *ars longa*, *vita brevis*, *occasio præceps*, *experimentum difficile*... Les insti-

tutions scientifiques ainsi préparées dans l'armée prussienne, on a pu y adopter avec utilité le système des examens successifs jusqu'aux grades moyens de la milice.

Il ne semble donc pas que les dernières générations aient vécu sur les champs de bataille, inutilement pour la science. Elles ont perfectionné, autant qu'il était possible de le faire, les instruments de guerre déjà en usage; elles ont perfectionné les méthodes existantes dans les évolutions et subordonné ces dernières aux grands mouvements, dont elles ont augmenté la célérité, l'accord, l'exactitude; elles ont tiré l'homme de guerre de la partie la plus pure de la société, fait une obligation, et non plus un privilége, de servir temporairement la patrie, et résolu le problème de multiplier en quelque sorte indéfiniment les combattants, sans que les ordres y perdissent ni leur célérité, ni l'accord, ni la discipline.

Le grand Turenne confessait qu'il se sentait oppressé dans le maniement d'un corps de 50,000 hommes.

Et comment expliquer les armées rassemblées et mues en un clin d'œil (1), la hardiesse des conceptions, la rapidité et la certitude de l'exécution (2), à

---

(1) Les armées de France en 1800, 1813 et 1815, celles de Prusse en 1813 et celles de l'Autriche en 1809.

(2) Le passage des Alpes en 1800, la marche depuis les côtes de l'Océan, qui contenait les victoires d'Ulm et d'Austerlitz; les

travers des montagnes escarpées, de grands espaces, des fleuves indomptés? Comment expliquer les royaumes abattus, les armées défaites, l'Europe parcourue dans le court espace de deux où trois mois, et ces mêmes royaumes relevés à une nouvelle gloire (1) et à une nouvelle puissance en s'organisant d'une manière analogue, autrement qu'en faisant remonter ces effets à la haute perfection des méthodes dans toutes les armes spéciales et dans l'ensemble des grandes armées?

Tout cela sans doute existait auparavant; mais tout cela n'existait que confusément et en germes stériles, et comme inactif. Rien de nouveau sous le soleil, a-t-on dit. Mais le génie, la méditation, la persévérance de notre époque, ont fécondé ces germes et ont recueili des fruits abondants.

Il est une région élevée, région des idées pures et à cause de cela invariables, inaccessibles au grand nombre, où se rencontrent les génies et les esprits créateurs. Dans ce sens on peut dire que tous les génies sont contemporains, et c'est pour cela aussi que

---

opérations qui donnèrent lieu au passage de la Saale en 1807, et à ses conséquences, et celles qui précédèrent le double passage du Danube en 1809.

(1) Le glorieux rétablissement de la Prusse en 1813.... ..... préparé militairement et exécuté par l'éminent général Scharnhorst.

les travaux prodigieux des Alexandre, des Annibal, des César, des Gustave-Adolphe, des Frédéric, des Bonaparte, ont véritablement un type commun dans lequel ils se rencontrent, la marque du génie, l'étincelle uniforme arrivée à cette région supérieure; mais chacun d'eux apparut sous une forme diverse, chacun combattit, gouverna, conduisit la guerre selon la diversité des temps et des lieux, selon les transformations successives que subissent les espaces, les richesses, les intérêts, les délimitations territoriales, la fusion et la séparation des peuples et des nations.

Les grands hommes de la Grèce et de Rome, le grand Carthaginois, le héros scandinave, le philosophe de Sans-Souci, et le plus illustre des capitaines français, revêtaient le type immortel, et chacun d'eux le rendait sensible avec des méthodes, des ordonnances, des instruments appropriés aux nécessités, aux usages, à l'état de l'intelligence, à la nature des passions qui prédominaient chez les générations et dans les armées avec lesquelles ils opéraient.

Le but moral du genre humain admet, exige même un changement toujours renaissant des formes, mais le but n'en reste pas moins le même. Dans ces limites le cours du temps est un progrès, et la chronologie un thermomètre. Le génie tendant irrésistiblement à son but, s'avance lentement dans l'ordre des temps, brisant les formes quand elles lui deviennent trop étroites, à mesure qu'il se développe.

Aussi l'aigle de Sainte-Hélène a-t-il dit avec une parfaite raison, en planant dans ces hautes régions :

« Les généraux en chef sont guidés par leur propre expérience ou par leur génie. La tactique, les évolutions.... peuvent s'apprendre.... comme la géométrie; mais la connaissance des hautes parties de la guerre ne s'acquiert que par l'expérience et par l'étude de l'histoire des guerres et des batailles des grands capitaines. Apprend-on dans la grammaire à composer un chant de l'Iliade, une tragédie de Corneille ? ».

A côté de l'opinion que tout ou presque tout est resté stationnaire dans l'ordonnance militaire et dans les choses de la guerre, il en est une autre suivant laquelle tout ou presque tout aurait été changé, et changé radicalement. Cette opinion se manifeste lorsqu'on entreprend de démontrer que les fortifications et les places de guerre sont devenues presque inutiles.

En rappelant ici cette opinion contraire et non moins extrême, il ne m'est pas donné de faire voir de quelle illusion dangereuse elle découle. Et, si je le pouvais, l'essai que j'en ferais serait superflu, puisque déjà le problème de la réduction des places fortes a été résolu négativement par les officiers les plus distingués de l'Europe. Je me contenterai donc d'avoir signalé les deux termes extrêmes entre lesquels il est rationnel de supposer qu'il existe un terme moyen, exprimant précisément que tout n'a pas été changé,

que tout aussi n'est pas resté invariable dans l'ar-
la guerre.

Que si je pouvais indiquer par une image sensible
ais non complète et exacte), la différence qui se
uve entre la science de la guerre, telle qu'elle était
a mort du grand Frédéric et telle qu'elle est au-
rd'hui, je dirais que la différence des deux épo-
es n'est pas moindre que celle qui existe entre l'ou-
age de Guibert, considéré comme l'exposition la
us claire et la plus complète des déploiements prus-
ens, et celui de l'illustre auteur des principes de
ratégie (1), considéré comme l'exposition la plus
éthodique et la plus scientifique des grands mouve-
ents (2).

---

(1) Attribué à S. A. I. l'archiduc Charles d'Autriche : principes
lont il fit une si brillante application contre les armées fran-
aises de Sambre-et-Meuse et de Rhin-et-Moselle, en 1796.

(2) Différence facile à découvrir en comparant les écrivains
ilitaires des deux époques. Dans la première, la castraméta-
on, les évolutions, l'ordre mince et l'ordre profond, l'arme-
ent, la petite guerre, le choix des positions, constituent seuls
but auquel tend l'esprit des auteurs, tels que Feuquières,
ységur, les partisans de l'ordre profond et leurs adversaires,
urice de Saxe, les érudits comme Guichard, Maizeroy et
uvillon, le plus sagace entre les investigateurs des effets et
ngements produits par la poudre à canon.

Après eux, et intermédiairement, Eugène, Llyod, l'immortel

Je crois avoir suffisamment démontré que, jusqu'à ce qu'une invention plus efficace que la poudre à tirer vienne changer la nature du fusil de guerre, comme arme mixte, en rendant possible l'emploi d'un ordre unique, tout perfectionnement ne pourra consister que dans l'amélioration des méthodes pour passer alternativement de l'un à l'autre des ordres dont ce fusil a besoin pour employer, selon les circonstances, ses feux ou sa baïonnette.

Est-ce le fusil à percussion qui sera cette nouvelle

Frédéric, Bulow, marquent le passage à un nouveau genre d'analyse qui s'attache à déduire des faits, des principes et des règles fixes et universelles, tentent d'élever l'art à l'état de science, de dévoiler le secret des grands hommes de guerre : j'y ajoute Rohan (mais non dans l'ordre chronologique), qui a dit tant de choses, en si peu de pages, sur la guerre de montagnes, sujet repris de nos jours avec non moins de sobriété et de profondeur par Lecourbe, Molitor....., le premier en discutant, le second en racontant.....

Dans la seconde époque, Jomini s'avança dans la même carrière avec un grand entourage de faits, de sagacité, de raisonnements qui abondent dans ses divers ouvrages devenus classiques; puis vient Pelet, analysant quelques campagnes et associant admirablement la description dramatique d'une bataille, où il indique avec clarté chaque évolution, à la haute conception, à l'idée première et simple d'où chaque fait émane, en

me (1), en supposant qu'on réussisse à l'adapter
 service militaire (comme déjà on essaie de le faire
 Prusse et en France), non-seulement à la suite
expériences en grand, faites dans les champs d'exer-
ce, mais à la suite d'une longue campagne de
erre, avec ses mille combats de jour et de nuit,
us tous les cieux, par les chaleurs de l'été qui per-
ettent aux doigts le service le plus délicat, et les
oids les plus rigoureux de l'hiver? Est-ce le fusil à
ercussion qui sera cette nouvelle arme, ou plutôt
ette arme de nouvelle nature destinée à produire un
changement total dans les ordonnances militaires, un
changement égal à celui qu'a produit la poudre de
guerre? Je ne le crois pas.

---

sorte qu'il peut également former un officier d'action et un esprit régulateur (autant qu'un esprit régulateur peut être formé par des livres et l'enseignement); puis Dumas, auteur critique, exact, clair et sobre, l'historien militaire de la France le plus complet; puis Gourgaud, Vaudoncourt, Koch, Stutterheim, Boutourlin, Vacani, Wilson, Londondery-Vane, Napier, qui a mérité d'être annoté par Dumas et a pris rang parmi les auteurs militaires les plus renommés de notre époque; enfin et surtout les mémoires des généraux français tels que les Suchet, s Saint-Cyr...... et celui qui grandit au milieu d'eux dans le ste solitaire des génies.

(1) Même en y joignant l'abolition des dragons et de l'artillerie

Il est probable que les effets des feux en seraient augmentés, soit par plus de célérité dans le tir, soit par plus de justesse et de portée des coups; toutefois cela ne constituerait pas un changement dans la nature de l'arme, mais seulement une amélioration, une augmentation d'effet.

S'il était permis de raisonner par analogie, on pourrait croire qu'un tel fusil produirait, dans la guerre, des différences analogues à celles qu'il a produites à la chasse par rapport au fusil à pierre. Or, il n'y a pas, entre les effets du fusil à pierre et du fusil à percussion, une différence analogue à celle qui existe entre les effets de l'arc et du fusil, de la baliste et du mortier à bombe.

La poudre fulminante elle-même ne peut pas, dans son état actuel, être considérée comme un nouvel agent de projection, mais seulement comme un nouveau moyen propre à rendre plus rapide et plus sûre l'inflammation des charges, si toutefois cet effet peut être obtenu en grand sans inconvénient dans les rangs et les files. Par conséquent cette découverte ne saurait entrer dans les améliorations futures du fusil de guerre, considéré comme arme mixte, que comme une fraction de fraction.

à cheval, triple condition dans laquelle le baron major Ferrari semble faire consister le progrès de l'art et de la science de la guerre.

Il serait glorieux pour le savant rédacteur de l'article (1), non moins que pour notre Italie, que son invention pût mieux résoudre le nouveau problème que celles qui ont déjà été essayées dans plusieurs pays de l'Europe, pour procurer ce nouvel avantage au fusil à baïonnette.

Le mérite bien reconnu de M. le baron major Ferrari, ses connaissances spéciales en artillerie, ses notions de théorie, les nombreux fruits de ses méditations et de ses expériences, répandus dans les divers écrits dont il a enrichi la science et l'Italie, lui donnent un droit fondé d'aspirer à cet honneur. Et tels sont les vœux que je forme en faveur de cet officier, de cet Italien si distingué, vœux dont il ne doit point douter.

Lui-même alors, en ajoutant ce nouveau droit à ceux qu'il possède déjà à l'estime de ses compatriotes, deviendra une nouvelle preuve de cette vérité : qu'à une époque pendant laquelle il a plu à l'Être Suprême de permettre que toutes les passions qu'il a mises au

---

(1) M. Ferrari prétend que son invention, dont il parle longuement, rendra plus facile et plus sûr l'emploi de la poudre fulminante, pour communiquer le feu à la charge d'un fusil de guerre quelconque. L'artillerie napolitaine a déjà fait (j'ignore avec quel appareil et avec quel succès) des essais pour adapter cette poudre à l'inflammation de la charge des canons.

fond de nos cœurs y fermentassent, et de vouloir qu'il se fît un grand et complet renouvellement dans l'activité de l'esprit, dans l'ardeur des sentiments, dans les habitudes et dans les relations de la vie ; qu'à une telle époque la guerre, qui contribue tant à exalter l'esprit et les passions et en ressent l'influence, la guerre qui modifie à un tel point l'existence de l'individu et des Etats, n'est point restée en dehors du renouvellement universel. Elle est une cause trop générale, trop pleine de conséquences graves, pour n'avoir pas été l'objet des sérieuses méditations de ceux qui la faisaient par devoir et de ceux qui la subissaient par nécessité.

Des conflits journaliers, sans nombre et de toute nature, l'ont présentée, dans ces derniers temps, sous sa forme la plus étendue, sous ses images les plus variées ; la terre et les mers ont été couvertes des destructions que les générations humaines ont accumulées, poussées qu'elles étaient aux combats par la politique, par le commerce, par les haines civiles, par la conquête et par la défense. Les nations et les princes, les intérêts et la gloire, la société civile et la société religieuse, emportées par le même tourbillon, se sont rencontrées armées sur les champs de bataille, les uns pour un but, les autres pour un autre ; mais tous, mais chacun traitant la guerre comme l'élément commun et la nécessité absolue de son salut propre.

Et où et dans quels temps est-il jamais arrivé qu'une passion, une nécessité universelle, une so-

ciété secouée jusque dans ses fondements, n'ait cherché et découvert les moyens de satisfaire utilement à la condition essentielle de son existence, d'épancher la fatale ardeur qui l'animait? Les États féodaux ont trouvé les moyens de guerre analogues à leurs besoins et à l'état de la société de ces temps; plus tard, d'autres intérêts ayant surgi, la guerre a pris d'autres formes, et la politique d'autres alliances; de même de nos jours, la guerre, à laquelle tout et chaque individu devait inévitablement être soumis, la guerre, qui portait en elle la conquête et le mélange des peuples, d'abord par la haine, ensuite par l'estime et la communication mutuelle des idées et des usages, cette guerre de géants dut s'élever à de hautes pensées, à des moyens vastes, puissants, savants, coordonnés, correspondant aux intérêts immenses, aux grandes passions, à la civilisation mûrie des générations qu'elle moissonnait.

Et c'est ce qui se voit, à mon avis, soit que l'on analyse la science et l'art de la guerre dans leur état actuel, soit que l'on déduise leur état actuel des règles invariables suivies par l'esprit humain, qui n'agit pas et ne médite pas sans cesse la même action sans en mieux classer les principes, sans en simplifier les formes, sans en multiplier les applications.



TABLE DES MATIÈRES.

ıues dans le tome 1er de la 4e série du Journal des *Armes spéciales.*

Nos 1 et 2.

PLANCHES.

Nos 3 et 4.

N°s 5 et 6.

FIN DE LA TABLE DU TOME 1er DE LA 4e SÉRIE.

PARIS. — IMPRIMERIE H. SIMON DAUTREVILLE ET C°,
Rue Neuve-des-Bons-Enfants, 3.

JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES.

JOURNAL

DES

RMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR

ur les documents fournis par les officiers des armées françaises et étrangères.

PAR

J. Corréard,

Ancien ingénieur.

TOME II. — QUATRIÈME SÉRIE.

PARIS,

LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME & POLYTECHNIQUE

De J. CORRÉARD,

Libraire-éditeur et libraire-commissionnaire,

RUE CHRISTINE-DAUPHINE, 1, PRÈS LE PONT-NEUF,

1854

REVUE

DE CE QUI CONCERNE

LES FUSÉES

PROPRES A LA GUERRE

Depuis l'origine des Fusées jusqu'au gouvernement impérial de Napoléon III.

Par Brussel de Brulart.



Avant de s'occuper de ce qui a été fait sur les fusées, nous pensons devoir commencer par donner quelques idées générales sur les fusées, puis passer une revue sommaire de leur ancienneté et de la marche successive de leurs améliorations; enfin, nous terminerons par ce que nous pensons que pourront devenir les fusées, dès qu'on leur donnera l'essor que réclame leur nature; le rôle qu'elles joueront alors, entrera parfaitement dans l'élan de ce

siècle pour les perfectionnements et pour les moyens grandioses, sans se laisser entraver par l'esprit de routine, ni par les idées reçues ou enracinées par la longue pratique. Le nouveau et le neuf sont dans l'esprit de notre ère, dont les nombreuses créations ont changé toute notre existence.

Les fusées, dont chacun croit connaître la marche et les effets, ne sont pas cependant aussi connues qu'on le pense, car elles sont mal appréciées, même par des personnes instruites. Je pense donc qu'il ne serait pas superflu de donner une description exacte de ce qu'on entend par fusée, puis avant de s'en occuper spécialement, on verra avec intérêt qu'elle est leur ancienneté, et quelques citations d'auteurs qui en ont parlé dès le XIIIe siècle.

DÉFINITION.

Le Dictionnaire de l'Académie française, au mot fusée, s'exprime ainsi : Pièce de feu d'artifice faite avec du carton ou du papier, remplie de poudre à canon : il y en a de deux sortes ; les unes très-petites, qui se jettent à la main, les autres plus grandes qui sont attachées à une baguette, et qui s'élèvent d'elles-mêmes en l'air dès qu'on a mis le feu à l'amorce : (Jetter des fusées ; fusées volantes ; tirer des fusées ; fusées à étoiles, fusées à serpenteaux ; la fusée a crevé ; la baguette d'une fusée). (Édit. de 1776). Ruggieri, dans ses *Eléments de Pyrotechnie* (2e édit., 1811, page 195). dit : les fusées volantes sont les plus étonnantes et les plus belles de toutes les machines pyrotechniques. Elles s'élèvent en feu, par leur force intrinsèque et sans aucun secours.

DESCRIPTION D'UNE FUSÉE.

Une fusée se compose de trois parties distinctes :

1° Du cartouche ;

2° De son chargement et de son projectile.

3° De la baguette de direction.

1° Le cartouche a d'abord été fait en carton plus ou moins fort, suivant la dimension de la fusée : on l'étranglait par un bout, en ne laissant que l'ouverture nécessaire pour introduire la broche qui est employée pour le chargement intérieur. Le chapiteau, qui s'ajoute quand la fusée est chargée, se fait en papier ou en carton, suivant la force de la fusée.

Quand on fit des fusées pour la guerre, on employa des cartouches en tôle : MM. Bourée et Moreton, tous deux alors capitaines d'artillerie, firent des fusées incendiaires à Vincennes, dites à *la con-*

rève; ils agraffèrent la tôle et la brasèrent en
nployant un culot de cuivre pur, comme faisaient
s Anglais. Mais en 1815, M. Bourée prenant
onnaissance des cartouches qu'on faisait à Vin-
ennes d'après Schümacher, et voyant l'heureux
fet de clous rivés, abandonna la méthode imitée
es Anglais, et fit les cartouches de ses fusées in-
endiaires, avec deux rangées de rivets.

Le chargement exigerait des détails pour lesquels
faudrait trop de développement pour une descrip-
on sommaire.

Passons au pôt ou projectile : on le fit en tôle
our les fusées incendiaires d'après celles de Con-
rève. Quand je fis des fusées incendiaires d'après
chümacher, la carcasse incendiaire était en fonte
le fer de forme cylindrique d'un diamètre de 8 lignes
le plus que le calibre de la fusée, elles étaient ter-
minées par un chapiteau conique de 30°, au sommet.
'employai pour les fusées de bataille, que j'ai dé-
ignées dès 1813 sous le nom de *fusées de guerre*,
1° des boulets creux de 16 pour 3 pouces, coulés
u poids convenable; 2° des sachets de grenades
omme Schümacher, puis je leur substituai des
hapiteaux en tôle renfermant des grenades; 3° des
oîtes à balles en fer-blanc, terminées par un seg-
ment sphérique en bois.

2° Le chargement des projectiles exigerait des
étails trop variés pour les exposer (Note 1.)

3° La baguette de direction, ou gouvernail de la

fusée est une tringle de bois bien sec, qui est fixée d'une manière invariable au cartouche.

On sent que le tir des fusées dépend beaucoup de l'influence de cette baguette; aussi toutes les recherches et améliorations, ont porté d'abord sur la baguette de direction.

On commença par fixer la baguette sur le cylindre, parallèlement à l'axe, soit par des ligateurs de ficelle collée, soit avec des étriers en tôle. On l'a placée ensuite, dans une position concentrique, au moyen d'une douille à trois branches, qui se fixaient au cartouche ; et pour donner un mouvement de rotation, on a percé dans le culot, des conduits obliques : ce mouvement de rotation a produit, comme on s'y attendait, plus de justesse dans le tir.

On est arrivé enfin à changer tout le système des fusées et de leur usage, en employant un projectile de même diamètre que le cartouche, et en supprimant la baguette. Ces fusées ont une âme comme les anciennes, le culot a plus d'épaisseur et la bouche forme une sorte de conduit cylindrique ayant rigoureusement le même axe que le corps de fusée. Des conduits obliques sont percés latéralement dans ce culot, qui est en fonte de fer, et cette expansion latérale cause un mouvement de rotation, ce qui produit, pour la fusée, une marche régulière et admirable. Voilà, où nous en sommes, depuis l'année 1847 (Note 2) pour les fusées propres à la guerre, et elles

là cet état, appelées à jouer un bien grand
guerre, dès qu'on voudra franchement s'oc-
t s'accorder sur la nouvelle tactique à adop-
qu'on aura pourvu à un personnel spécial,
un corps de fuséens, que j'aimerais à voir
r sous le nom de lanciers du feu.

ır faudrait un uniforme particulier : celui de
ie à cheval, avec une lance et flamme noire,
e d'abeilles rouges; buffleterie noire, saule-
noir et gants noirs à la Crispin.

raque bleue, avec garniture garance, la peau
ton serait noire, tout en rappelant l'artil-
faudrait imprimer le cachet terrible du
mme les hussards de la mort. Tous chevaux
ont un ensemble des plus sévères. La mar-
inctive des chefs serait un tromblon, avec
re d'argent pour les capitaines et lieute-
en cuivre pour les sous-officiers; les artifi-
s conducteurs auraient le même équipement
ment que les lanciers du feu.

ubes pour les fusées seraient placés sur des
ou chevaux de bâts, ou portés par des
. On disposerait ce dernier mode pour le
commode et applicable à toutes troupes
erie et de cavalerie.

xpérimenterait, pour la cavalerie, d'après ce
it adopté pour les lanciers du feu.

lées sont en grande partie tirées de ce qui

fut préparé à Hambourg, et ensuite à Vincennes dans la période des Cent-Jours.

Passons maintenant à l'examen des époques, où nous avons trouvé qu'il était question dans les auteurs, des fusées incendiaires et des fusées de guerre.

Dans le célèbre manuscrit de Marcus Gracus, on trouve à la fois la manière de composer la poudre à canon, le feu grégeois, et les fusées volantes et meurtrières. Les mêmes renseignements furent reproduits dans un ouvrage du XIII[e] siècle attribué à Albert-le-Grand; Roger Bacon paraît avoir connu quelque chose de semblable, mais pas plus que Marcus Albert, il n'a parlé, ni de canon, ni d'aucune autre bouche à feu que des fusées, qui lançant l'incendie ou des projectiles, deviennent meurtrières. Ce qu'on regarde depuis trente ans, comme une invention d'artillerie récente, est au contraire une des inventions les plus anciennes.

Dans les différents États de l'Asie, les feux de joie sont en usage depuis un temps immémorial. Le juif Benjamin de Tulade, qui visita la Perse en 1173,

JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR

É sur les documents fournis par les officiers des armées françaises et étrangères.

PAR

J. Corréard,
Ancien ingénieur.

TOME II. — QUATRIÈME SÉRIE.

PARIS,
IRIE MILITAIRE, MARITIME & POLYTECHNIQUE
De J. CORRÉARD,
Libraire-éditeur et libraire-commissionnaire,
UE CHRISTINE-DAUPHINE, 1, PRÈS LE PONT-NEUF.
1854

s'efforçaient d'éteindre l'incendie, les Français escaladaient les remparts (*Histoire anonyme de Charles VII*, ou l'*Histoire de la milice française*, par Daniel, t. 1er, p. 576).

Ce n'était pas la première fois que les Français faisaient usage de ces artifices : Un chanoine d'Orléans, en compulsant les registres des dépenses de cette ville, a reconnu que pendant le siége de 1428, on avait donné diverses sommes pour l'achat de matériaux, propres à fabriquer des fusées.

Dans un manuscrit qui passait pour être vieux (en 1561), les fusées volantes et meurtrières sont décrites avec un soin particulier : on recommande de faire des enveloppes en tôle et de les vernir pour les empêcher de rouiller.

Louis Collado, ingénieur en chef de Charles-Quint, nous apprend qu'à l'époque où il composait son *Manuel d'artillerie* (1586), on se servait de fusées dites Cohètes, c'est encore de cette expression dont se servent les Espagnols, pour désigner les fusées volantes; ils prononcent à peu près, corète, corruption évidente de l'ancien mot rochète, que les Anglais écrivent roket et prononce raquette : les Allemands ont imité la prononciation des Anglais et disent brandrakette. On se servait de ces fusées en 1586 pour éclairer les environs des places assiégées, et pour mettre la cavalerie en fuite. Collado veut qu'on y ajoute des pétards, afin de les rendre dangereuses, et

demande qu'on les lance à l'aide d'un long tube afin d'augmenter leur portée.

En 1630, Hanzelot dans sa *Pyrotechnie* (p. 225 et 228, Pont-à-Mousson) recommande aussi d'employer contre la cavalerie des fusées armées d'un pétard, ou d'une grenade.

A la même époque, un auteur anonyme, dans des récréations mathématiques, composées de plusieurs problèmes plaisants et facétieux (3e partie, chap. 13, pages 40 et 42), donnait un moyen de diriger les fusées pour brûler les navires, les maisons, etc., à l'aide d'une table à bascule qu'on fixait au degré d'inclinaison convenable en visant le but qu'on voulait atteindre.

Furtembac décrit des espèces de boucliers surmontés d'un tube qui servait à lancer des grenades à mains et des fusées (Raguetten) : cet auteur nous apprend que les Barbaresques et autres musulmans, en faisaient un grand usage, dans leurs combats sur mer.

(La *Vie de la Trémouille* par Richer, t. 1er, p. 43, lorsqu'il parle du chevalier d'Hocquincourt, lors de son abordage d'un vaisseau d'Alger.)

Furtembac ajoute, que la tête des fusées doit être armée d'une pointe de fer barbelée, et que parfois on enduit leur enveloppe d'une matière inflammable, afin d'empêcher l'ennemi de la saisir et de la rejeter loin des objets combustibles qui pourraient causer incendie.

Il conseille d'introduire dans le pétard des balles de fer ou de plomb, qui feraient, quand ce pétard éclate, une mitraille meurtrière; cela se pratiquait déjà pour les bombes, les grenades et autres projectiles creux (Note 3).

Au XIIIe siècle, Mailla, dans son ***Histoire de la Chine*** (t. IX, p. 167).

En 1498. On en a tiré dans l'Inde (M. M. (Note 4), t. I, p. 30.)

1592. Furtemberg (*Vie de la Trémouille*, par Richer, t. I, p. 43).

1619. Thiboutel et Hanzelot (*Recueil de plusieurs feux d'artifice*).

1630. Hanzelot (*Pyrotechnie*, par lui, à Pont-à-Mousson).

1641. Clas Van Utreckt (*Pratica de Bossehiatary*).

1649. Simianowitz (*Ars magna Artilleria*).

1653. Schriber (fait la description *d'une grande presse pour charger les fusées*).

1666. Feu d'artifice à Vienne dans lequel on tire des fusées de 100, 120 et 150 liv. (Voyez M. M., t. I, p. 98).

1668. Holst (fusée de 50 et 100 liv., avec des obus du calibre de 16 (M. M., 94).

1688. Fusée de 120, y compris une grosse grenade (Montgery cite ce fait, dit M. M., t. I, p. 262).

1754. Putanus (*Grundliken de Artillerie*), M. M.

1749. Robin et Corte (expérience sur les hauteurs d'ascension des fusées de 2 pouces 1/2, il obtient 2,640 pieds. M. M., t. I, p. 174).

1766. Hyder-Ali (avait 120 fuséens).

1780. (On fait usage des fusées de guerre dans l'Inde, contre les Anglais), M. M.

1793. Belair (tire horizontalement, et propose les fusées pour arme de guerre), M. M.

1799. Tippoosaïb emploie 5,000 fusées contre les Anglais.

1804. Congrèwe, (premières épreuves de ses fusées à Wolwich), M. M.

Le général Eblé tire des fusées de guerre sous les angles de 15° à 25°.

1806. Congrèwe (attaque de Boulogne).

Bombardement de Copenhague, dans lequel les fusées de Congrèwe jouent un rôle très-grave pour les Danois.

1810. L'empereur Napoléon ayant nommé une commission, présidée par le général Lariboissière, on fit à Vincennes des essais. MM. Moreton et Bourée, capitaines d'artillerie, adjoints à cette commission, firent à Vincennes des fusées à l'imitation de celles de Congrèwe, dont quelques-unes étaient tombées entre les mains des Français. MM. les capitaines Bigot et Jacquin, offi-

ciers d'artillerie les plus versés dans les travaux d'artifices, furent aussi adjoints à la commission, pour en exécuter les décisions. Ils firent aussi des essais.

Le tir de ces fusées d'essai avait lieu dans la plaine de Maison.

Les fusées de MM. de Moreton et Bourée arrivèrent à être au moins aussi bonnes que celles de Congrèwe.

M. Bourée, capitaine d'artillerie de marine, reçut du ministre l'ordre d'aller aussitôt fonder, dans chacun de nos ports, un atelier de fusées à la Congrèwe; c'est ainsi qu'on désignait alors les fusées incendiaires faites à l'instar de celles anglaises.

1811. Siége de Cadix (emploi des fusées) M. M.

En Prusse, on fit cette année des expériences sur les fusées.

1813. Le général Gassendi cite qu'en cette année on fit usage des fusées à la Congrèwe, aux siéges de Wittemberg et de Dantzig.

La division Pécheux, du corps du maréchal Davout, forte seulement de 3,000 hommes, fut détachée de l'armée du prince pour couvrir sa concentration à Hambourg; cette division fut assaillie par 15,000 hommes du corps de Tetesborn; on se battit avec un acharnement tel, qu'elle fut détruite entièrement. L'ennemi fit usage de fusées,

et les officiers que j'ai questionné au sujet de ces fusées, les attribuaient aux Hanovriens. Elles étaient tirées sans affûts, sous une faible inclinaison; le bas des baguettes posait à terre *.

1814. Emploi des fusées anglaises en Amérique.

Congrèwe commence à employer la fusée à obus au lieu de fusées incendiaires.

1815. M. Mayer cite l'essai, en Amérique, de fusées *tirées sans baguettes*.

Le chef d'escadron d'artillerie, Brussel de Brulard, fabriqua, à Vincennes (pendant la période des Cent-Jours), des fusées de guerre exactement semblables à celles de Hambourg.

MM. Bourée, et un Anglais Willemson, firent aussi des fusées à Vincennes; à cette époque, Willemson les battait pleines et forait ensuite l'âme.

1816. Les Anglais tirent des fusées incendiaires sur Alger.

1817. Congrèwe établit à Bow un atelier de fabrication de fusées pour son propre compte.

1818. Le duc de Raguse qui, en 1818, avait fait à l'Académie des sciences de Paris, un rapport peu favorable aux fusées, dans son ouvrage ayant pour

---

* Ce fait m'a été affirmé à Vincennes, par M. Bedfort.

titre : « *De l'esprit des Institutions militaires* » a dit : « *Les fusées à la Congrève* (Note 5) *qui ont* « *eues successivement de grands perfectionne-* « *ments, et qui sont dirigées aujourd'hui avec* « *une grande justesse, forment une artillerie,* « *qui peut devenir une arme principale, par le* « *développement dont ces fusées sont suscepti-* « *bles dans l'application.* »

L'auteur émet ensuite l'opinion que : « *Les* « *fusées à la Congrève doivent opérer une révolu-* « *tion dans l'art de la guerre et prendre un* « *ascendant immense sur les destinées du* « *monde.* » (Note 6). Le captiaine d'artillerie Brussel de Brulard créa, pour la défense de Hambourg, une fabrique de fusées d'après les procédés Danois.

Vers la fin du XVIIe et pendant tout le XVIIIe siècle, les bouches à feu étant arrivées à un usage si régulier et si satisfaisant, on cessa à peu près de se servir de fusées en Europe, sinon pour les signaux et pour les feux de réjouissance : cependant l'artificier Ruggieri, fit des expériences en 1760, sur des fusées destinées à lancer des matières incendiaires et un mémoire fut publié à ce sujet *

* Ce mémoire existe au bureau de l'artillerie.

Ruggieri et M. Montgeri officier de marine publièrent ensemble un mémoire sur des fusées à grenades *. Il paraît qu'en Asie, on continue à employer les fusées à la guerre. Un exemple des plus récents eut lieu en 1799 au siége de Seringapatam. Les soldats de Tipoo-Saib en lancèrent un grand nombre contre les Anglais, et produisirent des effets extrêmement destructeurs. Les fusées des Indiens sont en fer, et garnies d'une baguette de bambou : elles pèsent ordinairement de 1 à 8 livres (*Éléments de fortification* de J. Belair, p. 522 et suivantes). En 1798 Ruggieri artificier du roi, fabriqua de nouvelles fusées, pour un armateur de corsaires à Bordeaux. (*Éléments de pyrotechnie*, par R. page 34, 3e édition, Paris).

Les généraux Lariboissière, Éblé, Marescot, tentèrent inutilement de faire adopter l'arme des fusées en France.

On vit chez nos voisins, sir William Congrèwe en 1805, être plus heureux près de son gouvernement. Les premières fusées qu'il fit exécuter pour le service des troupes anglaises n'étaient armées que de matières incendiaires, et c'est surtout ce qui a contribué à les discréditer; car, en tombant sous

* Ce mémoire existe au bureau central d'artillerie.

un grand angle, elles se plantaient en terre ou se brisaient sur des matériaux résistants, et quand elles tombaient de manière à produire un effet convenable, on pouvait aussitôt annuler cet effet en les enlevant et éteignant les commencements d'incendie : Congrèwe ignorait donc les conseils de Furtemberg, d'Hanzelot, Collade, etc., ses fusées ne se montraient pas plus dangereuses pour les vaisseaux que pour les villes, excepté à Copenhague.

1820. Les fusées anglaises donnent de bons résultats en Belgique.

Vaillant, fait à Boulogne des expériences de tir de fusée sans baguette, avec de petites ailettes triangulaires, collées sur les arrêtes du cylindre.

1822. Congrèwe prend une patente pour des modifications qu'il fait aux fusées. On fait à Wolwich des expériences de ces nouveaux modes.

1823. A cette époque il existait un atelier de fabrication de fusées de guerre à Turin.

1824. Pably, dans l'Inde, fait des fusées à baguettes de directions courtes, *et qui ont un mouvement de rotation produit par des dispositions intérieures* : Le tube directeur a 4 pieds de long; l'effet est très-bon. (*V. east India milit. Repertory*).

1829. On fait en France de nouvelles expériences

de fusées de guerre. En Autriche, on essaye l'effet des fusées de guerre contre la tour de Linz.

Les Russes, dans les campagnes de Perse et de Turquie, attaquent des forts avec des fusées de guerre.

Les Français ont emmené, pour l'expédition d'Alger, 300 *coups par pièce de campagne:* 200 *par obusier;* 82 *bouches à feu de siége approvisionnée à* 1,000 *coups par canon;* 800 *par obusier,* 300 *par mortier*; 150 *fusils de rempart;* 5 *millions de cartouches d'infanterie* et SEULEMENT 200 FUSÉES.

830 eurent lieu des expériences de fusées de guerre anglaises.

831. A l'École de Pyrotechnie, on confectionns des fusées de guerre armées d'obus, ayant des baguettes de direction concentrique. A la même époque, on fit, en Suisse et à Turin, des épreuves de fusées de guerre.

Les Russes emploient avec avantage les fusées de guerre contre les Polonais, pour soutenir leurs lignes de tirailleurs : on tirait ces fusées avec des affûts à jeu d'orgue, comme le pratiquent les Anglais. Les Polonais de leur côté avaient dix chevalets de fusées.

Le pacha d'Egypte se sert de fusées anglaises,

tant contre Saint-Jean-d'Acre, que contre la cavalerie Turque *.

1832. On fit usage de fusées de guerre, au siége d'Oporto.

En Algérie M. le maréchal Bugeaud rend compte qu'une section de fusées *à la Congrève* a marché ainsi qu'une section d'artillerie de montagne. On ne pouvait désigner ces fusées de guerre (confectionnées à Metz dans notre École de Pyrotechnie) d'une façon qui leur fut plus désavantageuse aux yeux de l'armée, car le soldat français est animé d'un esprit trop national pour ne pas répugner à se servir d'armes étrangères, à moins qu'elles ne soient une conquête de guerre. Rien ne transpire de l'École de Pyrotechnie de Metz, on sait cependant qu'en général, il ne s'y crée que peu de chose relativement au besoin que la France a d'être au niveau des autres puissances, au sujet des fusées de guerre.

Depuis que les fusées de guerre se tirent sans baguette, elles pourraient être répandues en grand

* L'emploi de ces fusées à l'armée du vice-roi d'Égypte, fut la conséquence des bons résultats des expériences de 1830, au Caire.

nombre dans l'armée, et jouer un rôle très-important.

Les Danois, furent les premiers, après les Anglais, qui s'occupèrent de fusées. Le désastre de Copenhague en fut la cause. Le capitaine divisionnaire Schümacher, aide-de-camp du roi, fut chargé de la mission spéciale d'étudier les fusées, et de leur donner tous les développements possibles, tant pour la marine que pour la guerre de terre.

En Allemagne les fusées s'établirent successivement d'États en États, et toujours leur fabrication fut enveloppée d'un grand mystère. Dans chaque Etat elles furent confiées par le prince, à un officier ayant toute sa confiance et ne dépendant pas du ministère.

Schümacher en Danemarck; le colonel Augustin en Autriche; . . . . . en Prusse, etc., etc.

Les fusées, en Allemagne et dans le nord, ont conservé le nom d'origine espagnole, *Raquette*, *Brand-Raquette*.

Une fusée peut être incendiaire, porter un obus ou de la mitraille, ou des grenades, à des distances que le tir des fusées seul rend possible.

Congrèwe s'est créé une troupe à lui, c'est-à-dire pour le service de ses fusées, et il s'est spécialement occupé des fusées de guerre.

Plusieurs fois nos troupes ont essuyé l'effet des fusées de guerre, mais en France on a en général

affecté de ne pas y attacher d'importance; ceux qui par état auraient dû s'attacher à les étudier et à suivre leurs effets, ne les ont considérées qu'avec dédain. Il n'en avait pas été de même, quand le Génie qui veillait sur la France vit les attaques de Congrèwe, tant à Boulogne que vers la flottille. L'Empereur désigna aussitôt une commission présidée par le général Lariboissière (Note 7), pour examiner des fusées anglaises trouvées dans une embarcation, et on en fit de semblables.

En 1830, on s'occupa à l'École de Pyrotechnie de Metz, d'un affût sur roues beaucoup plus volumineux que celui des Anglais, il portait quatre tubes réunis en faisceau carré, placé dans l'axe de la voiture. Il peut prendre diverses inclinaisons entre 28° 1|2 et 2° 3|4 ; les tubes sont en tôle de 1 mètre 62. Une caisse longue sur les brancards pourrait contenir 48 baguettes. L'avant-train était celui de campagne, dont le coffret peut contenir 96 fusées. Le système de tubes est d'ailleurs disposé de manière à pouvoir s'adapter sur l'affût d'obusiers de montagne. On avait aussi essayé, dès 1830, 1° d'approprier les fusées de 3 po. 1|2 à l'attaque et à la défense des places, en les armant de pots et chapiteaux de fortes dimensions et chargés d'une grande quantité de poudre pour faire fougasses, ou de matières incendiaires pour mettre le feu, 2° de faire des fusées à rotation, au moyen de tubes à rainures. Ces derniers es-

is continués en 1831, n'ont conduit à aucun bon sultat sous le rapport de la régularité et de la jusse du tir : non plus que sous celui de la possibilité raccourcir les tubes sans nuire à la justesse.

En 1831, l'affût à roues de l'année précédente rent quelques modifications, qui dévoileraient davange la pensée de l'établissement de batteries de fuées, car l'on adopta en outre un caisson d'approvionnement; il devait y en avoir deux attachés à chaque affût. Ce matériel embarrassant enleverait aux usées une grande partie de leurs avantages : Voilà omment on tend à les étouffer, en ayant l'air de s'en ccuper.

Le maréchal-de-camp commandant l'artillerie de la re division, fit préparer par ordre du roi des constructions nouvelles dans le bois de Vinceunes, près du Polygone, pour y établir une école de pyrotechnie. On sola les bâtiments pour diminuer les chances d'accients. La volonté du roi paraissait positive, et il avait ésiré qu'on fît à Vincennes les essais de cette nouelle arme, mais le gouvernement changea, et les usées restèrent encore une fois dans la défaveur.

Dès 1847, on fit à Vincennes une expérience de fuées sans baguettes.

Elles marchèrent bien pour un premier essai.

M. le colonel G.... en avait fabriqué à Vincennes r un mode de pression fort ingénieux. Un anglais, Hall, apporta les siennes et elles furent tirées sans

avoir de mode, de tubes ou d'auget bien établis : tout se sentait d'un premier essai qui eut dû être fait en particulier, tandis qu'il eut un nombreux cercle de spectateurs, dont bien peu étaient animés de cet esprit d'intérêt pour une expérience aussi intéressante : cela se passait en 1847. Donnera-t-on suite à ce nouveau mode de fusées?

L'École de Pyrotechnie a dû s'en occuper, et tout cela a été élaboré avec tant de lenteur, que ce n'est que six à sept ans après, qu'on a nommé une commission pour expérimenter ces fusées ; et l'engourdissement ne s'est dissipé que par suite de l'activité qu'a imprimé le caractère vif de l'Empereur.

Il est bon de remarquer que ce qui a toujours nui aux fusées, en France, c'est que là comme dans tous les États, les chefs de l'artillerie leur ont été contraires, parce qu'ils voyaient dans cette arme une création nouvelle qui serait en rivalité avec les moyens anciens de l'artillerie. L'officier qu'on charge de s'occuper d'une arme que désapprouve le conseil, qui influera sur tout son avenir, sur son avancement, etc., fait aussitôt son calcul personnel et cherche à ne pas se mettre en opposition avec le Sénat. Tant que l'officier chargé des fusées n'aura pas une mission spéciale qui ne dépende pas de ce Sénat, très-conservateur, mais du chef de l'État, on verra toujours les fusées essayées, expérimentées, modifiées, sans arriver à aucun résultat, que de calmer la volonté éphémère qui

ı mises en jeu, mais qui, faute d'une volonté fermè
uissante, expirera par la diplomatie de la force
ertie.

'ai crié le plus haut que j'ai pu, que la France,
pagne et la Turquie étaient les seules nations qui
ıssent pas su créer des batteries de fusées, et qu'on
iverait à avoir une guerre, et qu'alors on verrait
tes les autres nations européennes avoir des batte-
s de fusées quand nous n'avons peut-être qu'une pau-
section à mettre en campagne, tandis que nous de-
ons avoir un corps de fuséens organisé comme
ıcun. Nous sommes une nation intelligente, ac-
e, propre aux arts, nous excellons dans toutes nos
treprises, et il semblerait qu'on veut tirer de cet
ıt de choses, que cet éloignement vient de ce que
fusées n'offrent pas l'intérêt qu'on leur sup-
se.

Si la vie de Napoléon Ier, n'avait pas été harcelée
r l'Angleterre, la Russie, l'Espagne, et parfois par
utriche et la Prusse, c'est-à-dire par toutes les
ssances européennes, moins Constantinople, il ne
serait pas contenté de mettre les ports de la France
même de battre des fusées incendiaires, il eut or-
isé aussi le service de terre. Le grand inconvé-
nt, qui est partagé par tous les artifices, c'est qu'on
peut en faire de grands approvisionnements, de
r qu'ils ne se détériorent; mais comme il faut
cer le personnel fuséen, on peut être sans cesse

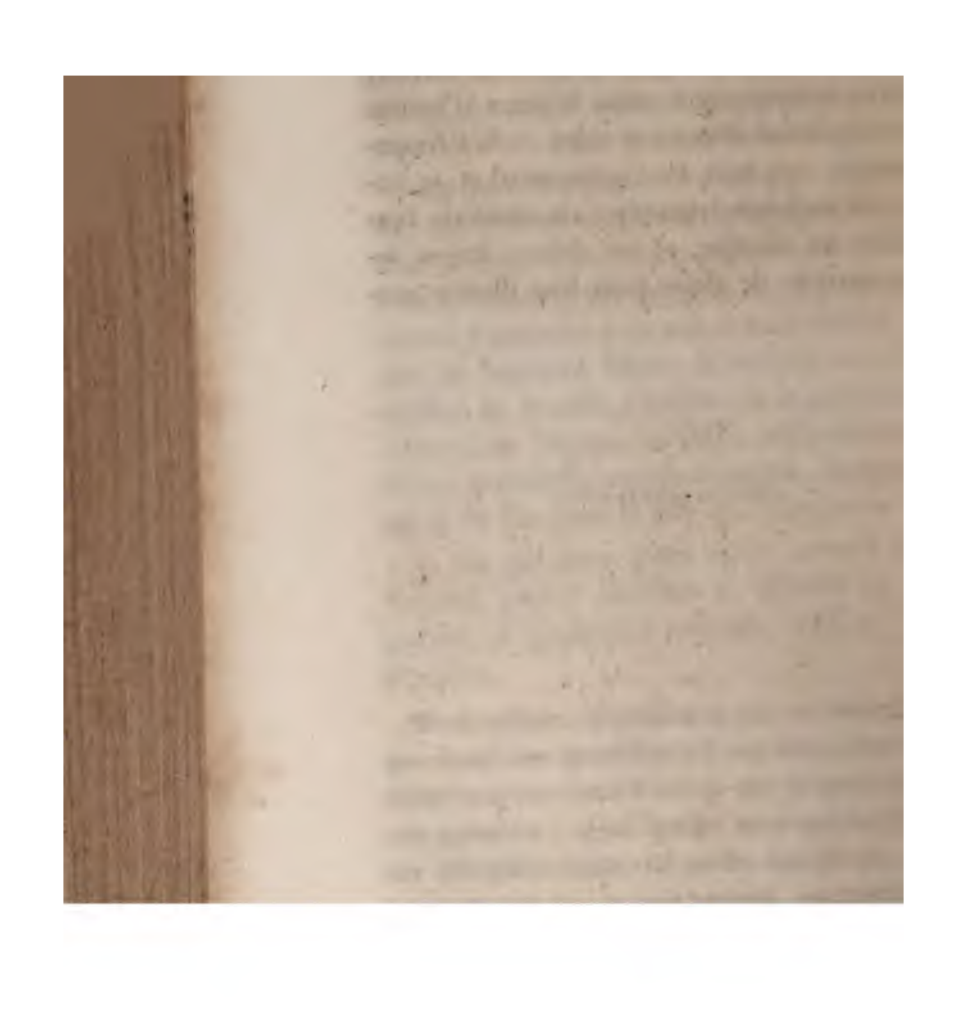
vaient être mises en jeu par le chef d'un poste avancé, sur les digues (en cas d'attaque de l'ennemi) au moyen d'un tuyau de plomb, qui contenait le saucisson. Ce plomb avait été tiré facilement des magasins du commerce, et garantissait contre toute humidité. Le tuyau arrivait sur la fusée de la bombe mise de côté, et la jonction était bien goudronnée.

Le cours théorique et pratique d'artifice qu'on fait aux élèves de l'École d'application d'artillerie et du génie, est de la plus grande utilité dans les diverses branches du service. C'est là que j'ai commencé à prendre goût aux manipulations d'artifices sous le capitaine Bigot. Je suivais avec intérêt les travaux de la salle d'artifice de la garde impériale à l'arsenal de Vienne, en 1809, et j'assistais à son désastre, quand elle venait de sauter, lorsqu'on préparait le feu pour la fête de l'Empereur.

Je fus quelques jours après envoyé à Winner-Neustad, pour y remettre en activité les moulins à poudre, et y radouber soixante milliers de poudres avariées.

Tout officier d'artillerie qui est travailleur, finit par avoir une spécialité ; il s'y livre avec passion et c'est heureux pour l'arme, car le service de troupe en garnison, n'est qu'un accessoire et à l'armée un véritable repos, en sorte que si on ne sert pas avec un zèle et un goût spécial, on remplit sa carrière sans mériter d'être distingué.

M. le colonel en retraite G... ancien directeur d'artillerie de Paris, est appelé aujourd'hui par ses travaux très intéressants, sur les fusées sans baguettes de direction, à faire faire à cette arme un pas immense, s'il parvient à obtenir que ses travaux soient pris en considération ; mais la force d'inertie est là, et je dirais volontiers à ce sujet : « *Si l'Empereur le savait*, cela irait tout autrement! et sa superbe volonté les ferait triompher du mauvais vouloir qui veut les étouffer, et ces chères fusées seraient une auréole de gloire pour leur illustre protecteur.



NOTES

SUR LES FUSÉES DE GUERRE.

NOTE 1.

ste des principes généraux indépendants de
›osition variée de chaque système de fusée ;
e la fusée est le vide ménagé par la broche
dans la composition. (M. le colonel G... a
une broche presque cylindrique.) Au-delà
e, il existe une certaine hauteur de composi-
tue pleine : on l'appelle massif; au-delà du
›st la culasse ou tampon : on fait la culasse
l'argile battue fine, comme la composition,

elle en est séparée par un cercle en carton, le milieu de la culasse est percé suivant l'axe de la fusée: c'est par cette lumière qu'on amorce l'explosion qui devra, au terme de la fusée, causer la séparation du cartouche avec le projectile. Dans les fusées de guerre et pour les fusées incendiaires, c'est par cette lumière que s'établit la communication du feu aux matières qui remplissent la carcasse et dont l'incandescence cause et alimente l'incendie.

NOTE 2.

M. le colonel G... et un anglais, M. Hall, ont tiré *à Vincennes, en juin* 1847, les premières fusées sans baguettes qui ont été expérimentées en France.

NOTE 3.

On faisait en 1847, à Vincennes, des expériences

de boulets creux renfermant des balles pour augmenter les chances de blessures. A la guerre, il importe bien plus de blesser que de tuer.

NOTE 4.

L'indication : M. M., signifie Maurice Meyer dans son histoire de la Technologie des armes à feu, traduite de l'allemand par M. Rieffel professeur de mathématiques appliquées, à l'École d'artillerie de Vincennes.

NOTE 5.

Fusées à la Congrèwe, signifie fusées anglaises.

Elles furent d'abord toutes incendiaires, ensuite les fusées anglaises furent appropriées aux besoins de la guerre, et Congrèwe lui-même appelle ses fusées, fusées de guerre.

NOTE 6.

Le marquis de Chambray, maréchal-de-camp d'artillerie en retraite, a publié quelques réflexions sur l'ouvrage du duc de Raguse, que renferme le numéro de février 1847 du *Spectateur militaire*. On trouve dans la brochure du général Chambray :

« Je pense qu'on peut employer fort utilement « les fusées à la Congrèwe dans la guerre, mais, quoi- « que je ne me sois pas tenu au courant des perfec- « tionnements apportés à la fabrication, je ne puis « croire que leur emploi puisse apporter dans l'art « de la guerre un changement aussi complet que « celui qu'indique le maréchal Marmont. »

Cette manière modeste du général de Chambray, d'exprimer qu'il ne croit pas à cet ascendant im-

mense que Marmont accorde aux fusées sur les destinées du monde, plaît même au plus zélé partisan des fusées.

NOTE 7.

Cette commission fut d'abord composée du général Lariboissière, commandant l'artillerie de la garde impériale, Président ; de Monge, président du Sénat, et des savants chimistes : de Guyton de Morveau et de Bertholet ; de MM. Champy des Poudres ; du colonel d'Herville, directeur d'artillerie de Paris, enfin, des capitaines d'artillerie Bigot et Jacquin, officiers de l'armée les plus versés dans les manipulations d'artifices de guerre. On adjoignit ensuite à cette commission : MM. les capitaines d'artillerie Morton de Chabrillant et Beaudart. La marine envoya les capitaines d'artillerie, Gouard et Bourée.

Bien plus tard, en 1828, on a commencé à s'occuper de recherches sur les fusées de guerre, en même

temps un artificier anglais, y faisait connaître les procédés usités en Angleterre.

Ces procédés n'ont pas tardé à recevoir à l'école de Pyrotechnie des modifications importantes, entre autres :

1° La trituration des matières dans des tonneaux, à l'aide de gobilles en cuivre, changement qui amena celui de dimension des trous pour le dégagement du gaz. 2° La dimension de la longueur des baguettes et des tubes directeurs. 3° L'adoption d'un nouveau mode de fermeture du cartouche, et d'une nouvelle manière de faire la baguette. (Rieffel, trad. de M. M., t. 2, p. 314).

NOTE 8.

L'armée française ayant besoin de poudre à canon, en emprunta à la Bavière : plus tard on expédia d'une des places frontières le remplacement de ces poudres, et comme elles se trouvèrent un peu en roche à leur arrivée en Bavière, on eût soin lors d'un nouveau be-

soin, après la bataille d'Essling, de nous donner les mêmes barils venant de France, et nous nous trouvâmes dans la nécessité de radouber cette poudre. Une commision analysa ces poudres, et on me chargea de les radouber en ajoutant le salpêtre qui avait été trouvé en moins dans l'analyse. Le général Le Nourry me donna cette mission, qui m'inquiéta d'abord, n'ayant jamais vu de moulin à poudre, et n'ayant, pour m'assister dans cette opération, qu'un sergent et huit canonniers pas même pris à mon choix, et qui se trouvaient aussi étrangers aux travaux de poudre que je l'étais moi-même.

Je me permis quelques observations, et le général Le Nourry qui s'intéressait à moi et voulait me mettre en évidence, me répondit : « N'êtes-vous pas « de l'École Polytechnique, n'avez-vous pas d'ail« leurs suivi un cours d'artifices à l'École de Metz ? « Allez, et vous serez ensuite content d'avoir acquis « cette expérience. »

Je ne me doutais guère qu'il en serait ainsi.

En effet, cette mission me fut une bonne note et m'en fit donner une foule d'autres relatives aux travaux d'artifices, et des confections de munitions.

Je lui dû d'être choisi pour aller à Copenhague par ordre du prince d'Eckmül, en 1813, afin d'y recevoir de Schümacher, les notions complètes sur les fusées danoises ; communication obtenue par le baron

de tout l'outillage de la salle d'artifice de l'
tillerie de Vincennes (cette salle venait d
tout avait été détruit), pour ensuite y fabri
d'artifice que je tirai au jardin des Tuiler
sence de la famille royale et de toute la co
sons ou chariots à munitions, venus du
l'École militaire, entrèrent par le pont-to
dis qu'on faisait évacuer le public à six
soir, et le feu fut tiré à huit heures. Depui
que, ennuyé du pulvérin, je me consac
ment au service de la troupe, et ce fut l
me fit refuser au général Vallée (qui voula
téresser à moi) d'être chargé de l'orga
l'École de Pyrotechnie et d'en prendr
tion.

Depuis lors, je ne me suis plus occup
que pour écrire sur les fusées de guerre, s
ploi à la guerre, sur le personnel qu'
leur affecter spécialement d'après les notes
été préparées à Hambourg quand je dev
voyé au quartier-général de l'Empereur,
retour de Danemarck ; mais la funeste
Leipsick nous entoura des armées enne

les épreuves des échantillons que j'avais rapportés, et de trois fusées battues, à Hambourg. Il admira leur heureux effet, et m'ordonna de créer aussitôt une fabrique de fusées pour la défense de Hambourg. Au départ de Hambourg, après la paix, je détruisis toutes les fusées confectionnées, et emportai tout l'outillage en France, il fut dirigé sur l'arsenal de Douai : il me servit ensuite à Vincennes pendant les Cent-Jours; et quand l'armée se retira au-delà de la Loire, ne recevant plus d'ordre, je le fis conduire à Bourges, où je le déposai à l'arsenal.

EXTRAIT des notes sur les fusées de guerre préparées à Hambourg, en 1813, lors de mon retour de Copenhague et quand je préparai l'établissement de l'affût et les premières fusées d'essai, dans le but d'aller au grand quartier-général faire les essais du tir des fusées danoises d'échantillons, et de mes fusées battues à Hambourg. Ces notes furent jetées sur le papier, à la hâte, avant de paraître devant l'Empereur, connaissant la rapidité de ses questions et la nécessité, pour réussir près de lui : d'être imperturbable, et de savoir répondre à tout, avec cet à-propos qu'on ne posséde bien que pour les choses sues à fond; je me remis à la manière d'étudier, qu'on m'avait de bonne heure enseignée pour les examens.

Le sort de mes fusées dépendait de ma conduite, je le sentais, et au lieu de me troubler, je me sentais grandir en énergie, à mesure que je croyais me rap-

procher de l'instant où je paraîtrais avec mes fusées près de Sa Majesté.

Schümacher, habitué aux intrigues et aux tactiques des cours, me dit souvent, qu'il craignait que le Prince ne s'appropriât les fusées que j'emportai, et que, profitant des grandes occupations de l'Empereur, il ne risquerait pas de lui envoyer ces objets, alors qu'il fallait des causes et des effets, c'était ses expressions favorites, et il ne se trompait pas.

Le prince d'Eckmül voulut voir des épreuves des fusées, et on en tira cinq sur le rivage de Grasbrock, dans une direction parallèle au pont de Hambourg à Harbourg; on avait marqué sur ce pont les distances par 50 mètres, de manière à pouvoir à chaque coup, noter : 1° La portée, 2° La distance de la chute de l'obus et 3°, le terme de son effet : un bulletin était apporté au galop.

Les fusées hors quelques anomalies, qui tenaient à des exigences du prince sur l'inclinaison du tir, causèrent un spectacle assez amusant en voyant, par exemple, une fusée plonger dans un petit bras de l'Elbe, puis bouillonner, se relever et avoir encore une sorte de portée.

Le prince fut fort content, et m'ordonna de m'occuper de suite de l'établissement d'une fabrique de fusées, et donna l'ordre qu'on me laissa toute liberté et moyen de faire, afin que je fisse promptement.

Dès lors, toutes les illusions d'avenir pour moi s'é-

ıt avec mes espérances de montrer mes fu-
mpereur.

tis ma position, m'y livrai avec tout le
n'est propre : et je formai dans le local de
un atelier d'une vingtaine de serruriers
ervice de la tôle. Je fis couler dans ma fon-
ʒornes, boulets-creux, et enfin tout ce qui
écessaire. D'un autre côté, dans un bastion
a gorge, on me fit placer mon atelier de bat-
près de l'ouvrage où se trouvaient pareille-
fermés les ateliers de la Monnaie, où se fa-
l'argent monnayé aux coins de la ville de
'g.

n préparant et faisant le matériel nécessaire
s fusées, et les premières fusées, j'écrivais
ɔur pour établir un prospectus de ce qu'il
faire pour mettre les fusées en service avec
ɔ.

ction de fusées fut composée d'un sous-offi-
deux artificiers et 12 canonniers, deux mu-
'gés, un petit caisson autrichien, (alors fort
e) un affût de rechange et l'approvision-

tal la section se composait de :

1 sous-officier,
3 artificiers,
12 canonniers,
3 soldats montés pour conduire
'ts et le caisson.

Le bât du mulet était échancré de manière à voir les pièces de l'affût. Il portait deux panier tines, fermés avec des couvercles bien garn cuir; sur chacun de ces paniers était un faisce baguettes, lequel était enveloppé de toile à voi liée avec trois courroies bouclées.

Chaque panier était capable de pouvoir co au moins 6 fusées armées. Le caisson conten petites caisses à munitions, modèle autrichien que caisse 6 à 8 fusées; puis d'autres, les ob core coiffés et bien étoupés.

Total pour la section 10 fusé
Baguettes de direction 150
Étriers (les larges pour la bouche) 130
Étriers (pour le petit bout) 130.

Tout cela n'était indiqué que pour les prer sections, le tir et l'usage devant seuls modifie prévisions.

Je changeai le couvercle demi-cylindrique vert de toile du chariot, dit autrichien.

Je lui fis un couvercle dièdre; mais non si riels que ceux Gribeauval, je laissai les deux pi ouverts et je rangeai, dans ce prisme triangulai faisceaux de 6 baguettes reliées ensemble. Les étaient garnis de toile à voiles, de manière à en per et lier les extrémités des faisceaux, comi lie l'ouverture d'un sac.

ıvais une section lors des préparatifs d'un grand
ıge annoncé à Harbourg.

n'ai jamais pu savoir le fond des choses, mais
nce se porta de sa personne à Harbourg où se
t le rassemblement. Il y avait 10,000 hommes
eilleures troupes. Le général Jouffray qui com-
ait l'artillerie à Hambourg, m'autorisa à me ren-
Harbourg suivi de plusieurs sous-officiers bien
és. Je devais faire marcher une section de fu-
ommandée par le lieutenant d'artillerie Gous-
qui était encore mon adjoint dans la fabrique des
, et que j'avais formé, ainsi que le personnel, à
nanœuvre simple et rapide pour établir les af-
n batterie, et au tir des fusées.

fourrage après plusieurs démonstrations, n'eût
eu ; plusieurs opinions circulaient à l'état-ma-
es unes, que la garnison de Magdebourg ne se
it pas à celle de Hambourg pour sortir de son
ce qui eût formé un corps d'armée, qui, agis-
ur le flanc de l'ennemi, eut pû être le secours
s important pour l'Empereur, qui se retirait sur
in.

nnemi engagea deux chaloupes canonnières
ın grand canal de l'Elbe, qui conduisait près
rbourg vers le pont de service : on les surveil-

nvoyai le lieutenant Goussart avec un affût à
conduits, et des fusées à obus bien garnies de

roche à feu ; il chemina le long de la digue
d'être couvert aux yeux des hommes des chal
anglaises, et au moment où il allait ouvrir l
des boulets de gros calibre vinrent balayer le
vres fusées ; Goussard se retrouva, ainsi qu'
nonnier, le reste : affût, mulets, personnel, tout
paru, probablement foudroyé et renversé dan
du canal.

Mais, d'un autre côté, une pièce de vingt-qua
côte avait été mise en batterie pendant la nuit,
cavalier du demi-bastion d'extrême droite d
bourg, et au feu des chaloupes, on répondit
feu très-rapide, et on vit bientôt une des cha
lever le bec en l'air, et l'autre sombrer.

Cette triste expérience de mon premier affi
gagé devant l'ennemi, me fit sentir la néces
prendre plus de précautions et de passer de l'
sation de route à celle de combat, avant d'app
l'ennemi. Ainsi on assemblait les montants de
au moyen de la clef et de l'ingénieux axe cou
Schümacher, se tenant prêt à placer aussitôt
fusées, et à donner l'inclinaison. Les fusées
taient à la main, toutes armées et équipées
si l'on était engagé dans un défilé. J'avais de
toutes rédigées sur le service des fusées av
troupes, et je m'étais même occupé de l'habill
et équipement, et du chargement.

D'abord, j'avais rédigé avec soin la manœuvre de l'affût et les fonctions de chaque servant.

Ensuite il s'est agi de supposer les affûts de fusées répartis avec les troupes.

Enfin, je me suis occupé de l'habillement et de l'armement du personnel, et en dernier lieu de leur équipement.

Le grand embarras a toujours été la longueur des baguettes et le poids du boulet creux, dont chaque fusée devait être équipée et armée.

Congrève, dans ses mémoires, ne parle pas de la manière de les transporter, et cependant elles sont une grande gêne; c'est constamment ce qui m'a causé les plus grands embarras, tant pour le transport, et pour la garniture, que pour leur effet dans le tir, à cause de l'effet du vent sur ce long gouvernail.

J'avais adopté les lanciers pour personnel : j'avais mes prédilections pour cette arme que je regarde comme très-propre à notre vivacité à la guerre. J'aurais désiré être à même de me rendre habile à l'escrime à cheval, et à l'usage de la lance : toujours dans le but de me rendre propre à commander un corps de tirailleurs, de corps francs, de ces corps de volontaires qui aident si puissamment les armées, en harcelant l'ennemi : c'était ma chimère; aussi l'espoir de me faire un chemin par les

fusées m'a-t-il rendu bien zélé partisan de cette mission toute de mon goût.

La lance me servait à faire porter quatre baguettes par le lancier : elles étaient maintenues par des lanières en cuir de Hongrie.

Au besoin, avec sept lances et une petite coulisse, on pouvait improviser un affût. Chaque homme avait deux fusées et les baguettes nécessaires, et de suite on improvisait un feu ; mieux vaut se servir d'un affût pour obtenir des résultats plus réguliers.

J'ai depuis, retrouvé dans Congrèwe beaucoup de mes idées, et cela est naturel, car les mêmes besoins doivent faire aviser aux mêmes moyens.

Je nommai le lancier du feu, incendiaire, pour donner quelque chose d'effrayant à ce corps ,comme le nom des hussards de la mort avait un caractère qui en imposait aux troupes : chaque cavalier portait deux fusées paquetées sur son cheval, dans des sacoches qui sont fixées sur un porte-manteau plat, imitant le manteau ployé de la gendarmerie. On les place dans une sorte de besace, les obus en bas ; s'il n'en reste qu'une on la fixe et place sur le porte-manteau. Les bouts du porte-manteau garantissent les flancs des chevaux contre le frottement des obus. Les menus ustensiles nécessaires pour le service du tir, seront dans une sorte de sac à charge, comme celui en usage dans le service des bouches à feu.

L'uniforme du lancier incendiaire eût été celui de

l'ancien 4e d'artillerie à cheval, sauf les buffleteries en noir au lieu de blanc teinté de jaune. Le colback bas comme le portait le prince Eugène, et des gants noirs à la crispin ; un élément eut été composé d'un artificier et de six hommes, ce qui fait 14 fusées ; l'élément tire son nom de son service isolé, dans lequel il se suffit à lui-même partout où il se trouve.

Huit éléments marchent avec un régiment d'avant-postes. Un officier les commande, il a avec lui deux trompettes pour ordonnances : le son de l'instrument sera particulier et déchirant.

Le chef des lanciers du feu, pour un corps d'armée, se tiendra à l'état-major du général en chef; il aura à sa portée une réserve avec l'artillerie de réserve. Cet officier sera au moins chef d'escadron, c'est le grade qui convient le mieux à son service. S'il a de l'avancement dans la campagne, il ne changera pas pour cela de fonctions.

Il aura avec lui un capitaine en second, et deux lieutenants formant son état-major; un peloton de dix incendiaires avec deux artificiers, commandés ar un maréchal-des-logis, et un clairon d'un son gre et un peu déchirant, comme le tam-tam, afin tre facilement distingué. Les demi-appels de cet rument devront faire cesser le feu : un son pro-é comme celui qu'on emploie pour s'appeler les forêts montagneuses et accidentées, indique assemblement de la batterie pour foudroyer lonne d'attaque.

Un général suedois, dans la guerre de Finlande contre les Russes, avait appris par ses coureurs que la cavalerie ennemie était masquée par des forêts, où elle avait trouvé à pénétrer : cette sorte d'embuscade à l'approche d'un engagement lui fit mettre à exécution une idée qu'il méditait. Au jour tombant il fit venir un grand nombre d'obusiers ; ces pièces approvisionnées de leurs coffrets seulement ; les obus étaient remplis de serpenteaux de joie; la poudre pour faire éclater, était d'une forte charge pour bien éparpiller les éclats et le reste du chargement.

On tira lors du commencement de la nuit, à toute volée, sur le bois où la cavalerie était massée, et ce feu imprévu alarma les Russes, et les serpenteaux effrayèrent tellement les chevaux, qu'il y eut le plus grand désordre parmi la cavalerie, et les hommes perdirent la tête : les chevaux inquiets ne voulaient plus obéir ni même manger avant plusieurs journées de fatigue.

On attaqua au point du jour, et cette embuscade sur laquelle les Russes comptaient, fut la première cause du désordre.

On plaisanta beaucoup sur ce bizarre stratagème, et le feu d'artifice fit plus d'effet que le feu d'artillerie le plus meurtrier.

On peut tirer de cette anecdote cette instruction utile ; c'est que l'effet terrible qu'a la déflagration

des fusées, serait capable de tellement effrayer la cavalerie qu'on ne peut plus s'en rendre maître.

Dans mes expériences à Hambourg et à Vincennes, j'avais obtenu d'avoir toujours les mêmes chevaux, et des chevaux âgés et calmes.

Ils ont fini par s'habituer aux effets du bruit et de la flamme des fusées, mais jamais ils n'étaient assez tranquilles pour toucher à l'avoine qu'on leur présentait avec intention de les ramener au calme désiré.

Ce sont ces soins qu'il sera bien essentiel de prendre avec les chevaux destinés aux service des fusées, car devant l'ennemi il serait trop tard d'avoir à s'en occuper.

CONCLUSIONS

Je le répèterai jusqu'à satiété, il ne suffit pas de confectionner des fusées, de préparer des sections prêtes à marcher : il faut avoir un personnel bien instruit en tout ce qui concerne les fusées, et des chevaux habitués à leur effet.

Un jour viendra où l'on sentira la vérité de mes plaintes, et comme la princesse Cassandre j'aurai dit la vérité : mais il me manque aussi, le don d'être cru.

Le moment est venu. On publie aujourd'hui le bombardement de Sébastopol. Je redouble mes instances pour qu'enfin la France se réveille : on a une presse

très-puissante, un modèle de fusées sans baguettes et ayant un projectile en fonte de fer de même diamè- tre que la fusée, on peut tirer par salves de fusées au moyen de tubes ou augets ; l'École de Pyro technie a tout cela dans ses archives; peut-être dan ce moment se hâte-t-on de courir à l'exécution pou créer vite un matériel qu'on puisse opposer aux r proches d'une apathie inconcevable; mais en mêm temps organise-t-on un personnel bien capable et r pide dans l'exécution du feu ?

Nos alliés ont été assez sages pour avoir lon temps d'avance ce personnel organisé, aussi auron ils la gloire, qui nous échappe par notre faute.

Ces lenteurs font accuser la nation de légèreté, pa qu'elle a tous les moyens de bien faire, mais souven elle arrive sur le terrain sans avoir tout prévu, et fougue courageuse y supplée, et nos succès couvre l'imprévoyance. Les membres du conseil suprêm composé des têtes les plus instruites ont, comme to les conseils, une tendance à se former un cercle don ils ne sortent plus.

Ce cercle est sage dans le fond, c'est l'expérien et la longue pratique qui le tracent ; on craint de laisser entraîner par l'esprit d'innovation qui te toujours à troubler ce qui est établi ; or, dans l'arti lerie tout changement est onéreux pour l'état, et faut savoir gré au conseil suprême de ne pas se s parer de l'esprit d'économie qui préside aux affair

publiques, mais d'un autre côté, il ne faut pas tomber, par crainte de dépense, dans cette lésinerie honteuse qui fait négliger ce qui est très-essentiel, et même ce qui serait un progrès très-utile; mais ce n'est pas là ce qui cause l'inertie qui préside aux décisions relatives aux fusées : on y trouverait des motifs atténuants; mais certains esprits inquiets de se voir sans cesse repoussés, ne se sont-ils pas avisés de supposer que le conseil suprême, paresseux d'examiner les propositions qu'on lui présente, par suite de l'éloignement où il est de s'occuper de choses nouvelles, se renfermant dans ses idées acquises, éloignerait tout ce qui exige de nouvelles considérations.

Il y a des gens qui ont de telles idées, bien inconvenantes surtout, sur des personnes aussi importantes, aussi puissantes, c'est ce qui fait que l'officier qu'on charge du sort des fusées, se dit à lui même : le conseil suprême les rejette parce que les moyens d'artillerie sont arrivés à un état de perfection, qui ne permet pas d'y rien changer, alors quel serait le sort de l'officier d'artillerie qui frauderait une pensée si profondément sage et prudente; il se verrait en opposition avec le conseil suprême, pour toute sa vie. Sa carrière serait ternie et il n'avancerait qu'à l'ancienneté, qu'on appelle le tour de bête. Il arriverait avec tout l'esprit possible, avec toutes ses grandes supériorités et son instruction, à sa retraite sans avan-

cement, quelques efforts qu'il ait faits pour franchir la limite du grade. Il faut donc pour patronner convenablement les fusées, un officier, qui comme dans tous les États où elles ont prospérées, soit sous la protection directe du prince; dans plusieurs États il est même son aide-de-camp, pour faire cesser tout intermédiaire; comme cela il se trouvera tout à fait indépendant du conseil supérieur d'artillerie, et du ministre.

Schümacher avait une telle position, aussi a-t-il réussi, il en est de même de la Prusse, de l'Autriche, etc. En Angleterre surtout, cette protection spéciale a même risqué de ne pas être suffisante à lord Congrèwe.

Espérons qu'on ne parviendra pas à détourner l'empereur Napoléon III de reconnaître toute l'importance de cette vérité, et qu'il formera un corps de fuséens qui seront bientôt la terreur de l'ennemi de la France.

Ne faudrait-il pas créer à Paris un corps de fuséens pour la garde impériale, dont les fuséens de l'armée ne seraient que des détachements; de cette façon, ils seront plus immédiatement sous l'action de la volonté directe de l'Empereur, leur protecteur spécial.

RECHERCHES

SUR

LA LONGUEUR LA PLUS AVANTAGEUSE

DES

CANONS DE FUSIL

On ne peut faire des recherches utiles sur les armes à feu qu'autant qu'on en fixera l'objet à deux points principaux : le premier est d'examiner quelle longeur il convient le mieux de donner aux canons de fusil, afin qu'ils ne soient pas embarassants dans les exercices, et qu'ils puissent produire l'effet qu'on demande. Le second est de choisir une charge de poudre qui, dans cette arme, produise le plus grand effet possible, et que le soldat qui s'en sert ne soit exposé à aucun danger. Si l'on perd ces deux objets de vue, on ne fera que des tentatives inutiles, et le physicien s'égarera toujours s'il n'est guidé dans ses

spéculations par l'expérience et les lumières de l'homme de guerre.

Les épreuves qui furent faites, en 1751, par M. le chevalier d'Arcy, sur l'effet des armes à feu par rapport à leurs différentes longueurs, détermineraient sans doute à préférer les plus longs canons aux plus courts, si l'on avait que leurs portées à considérer, indépendamment de tout autre circonstance ; mais pour peu que l'on connaisse l'usage du fusil et la manière de s'en servir, on conviendra facilement que leur longueur doit être renfermée dans des bornes hors desquelles cette arme deviendrait, ou impraticable ou inutile, et c'est à ces deux inconvénients qu'il semble qu'on a voulu obvier par le réglement qui fixe la longeur des canons de fusil et de mousquet, à trois pieds huit pouces. L'expérience démontre tous les jours qu'avec des armes de cette longueur, les exercices et les évolutions militaires, dont les mouvements sont aujourd'hui très-prompts, se font avec assez de facilité, et en rendant par cette longueur les fusils commodes pour le maniement et le transport, on n'a pas moins réussi à les rendre propres à produire un bon effet, soit dans l'attaque et la défense des places, soit dans les autres occasions où l'art de la guerre prescrit de les employer.

Arrêtons-nous donc à ces deux objets, et en recherchant la longueur la plus avantageuse pour les canons de fusil, et une charge de poudre convenable

à cette longueur, ne perdons point de vue l'usage de cette arme et la manière de s'en servir.

Le réglement dont je viens de parler et les changements qu'on a proposés depuis pour la longueur de ces canons, indiquent assez les bornes dans lesquelles je dois me renfermer pour le choix des canons qu'il est à propos de mettre en expérience : il serait inutile qu'on en fit sur des canons de plus de quatre pieds, et de moins de trois pieds de longueur, puisque le réglement ne prescrit que trois pieds huit pouces, et que les changements proposés ne tendent qu'à diminuer cette longueur et à la réduire à trois pieds deux pouces, ainsi; loin de me renfermer dans des bornes trop resserées, on voit que je les étends au contraire, en consultant l'expérience, même dans les cas défavorables; car il n'est personne qui ne convienne qu'un fusil dont le canon aurait quatre pieds de longueur, serait très-embarassant dans les évolutions militaires, où il est toujours armé de sa bayonnette; et l'on verra bientôt qu'à trois pieds de longueur l'effet ne répondrait point à ce qu'on attend ordinairement de cette arme.

C'est en me prescrivant de pareilles bornes par rapport aux charges de poudre, que je suis parvenu à déterminer celles qui doivent être mises en expérience : ce n'était pas assez pour être rejettées comme trop fortes, qu'elles ne fissent point crever le canon, il fallait en outre qu'elles n'occasionnassent pas un recul trop violent, et qui pût incommoder le

soldat. J'ai donc fait tirer plusieurs coups avec un fusil ordinaire de trois pieds huit pouces et avec différentes charges de poudre, depuis un gros et demi jusqu'à quatre gros, et le fusil, avec cette dernière charge, ayant repoussé avec trop de violence, j'ai cru devoir l'exclure de mes épreuves. A l'égard des petites charges, je n'ai employé celle d'un gros et demi, que parce que j'avais appris que M. le C. D. s'en était servi dans un grand nombre d'épreuves qu'il a faites sur la longueur des armes à feu; mais je l'ai trouvé insuffisante, et je savais d'ailleurs qu'elle n'avait lieu dans aucun cas de guerre. M. D. peut avoir eu des raisons particulières pour n'employer que cette charge dans ses épreuves, mais il est certain qu'il n'en pouvait rien résulter d'utile au bien du service.

Le canon dont je me suis servi était du calibre ordinaire des fusils d'infanterie, c'est-à-dire de seize balles à la livre, il avait d'abord quatre pieds de longueur, et je l'ai fait raccourcir de deux pouces en deux pouces jusqu'à la longueur de trois pieds, avec chacune de ces longueurs j'ai éprouvé les charges de poudre d'un gros et demi, de deux gros et demi, de trois gros, de trois gros et demi, et de trois gros quarante grains ou de 36 à la livre. Enfin, la poudre que j'ai employée est celle qu'on nomme poudre à canon, ou poudre de guerre; je l'ai employée telle qu'elle sort des magasins du roi, et qu'on la distribue ordinairement aux troupes, n'ayant pas cru devoir y faire des

changements et des préparations qui n'ont point lieu dans le service, et qui m'auraient par conséquent éloigné du but que je me proposais.

La méthode que Robins a imaginé, pour connaître l'effort dont un fusil est capable, étant sans contredit la plus commode, et en même temps la plus exacte, je m'en suis servi préférablement à tout autre. Elle consiste à tirer contre un pendule, à mesurer la quantité du recul occasionné par le choc de la balle, et en conclure sa vitesse. Ce pendule étant connu par la description que l'auteur en a donnée dans son ouvrage sur les principes de l'artillerie, je me contenterai d'indiquer ici les procédés qu'on doit suivre pour trouver, par le moyen de cet instrument, la vitesse avec laquelle une balle est chassée hors d'un fusil ; le pendule n'en étant éloigné que de trois ou quatre toises. Pour cela il faut connaître :

1° Le poids du pendule que je nomme. . . P
2° Le poids de la balle. . . . . p
3° La distance du centre d'oscillation du pendule à l'axe du mouvement . . . . a
4° La distance de son centre de gravité au même axe. . . . . g
5° Celle du point où la balle a frappé le pendule.. . . . . b
6° La corde de l'arc décrit pendant la première demi-oscillation par le point du pendule, où est attaché le ruban qui sert à mesurer le recul. c

7° La distance de ce point à l'axe de mouvement . . . . f

L'effet de la balle sur le pendule est le même que si elle choquait un corps placé au point frappé, dont le poids serait (1)

$$=\frac{ag}{bb}\,P$$

si l'on nomme u la vitesse avec laquelle la balle choque le pendule, pu sera la quantité de mouvement de cette balle, et

$$\frac{pu}{p+\frac{ag}{bb}P}=\frac{bbpu}{agP+bbp}$$

sera la vitesse communiquée au point choqué du pendule, laquelle peut faire monter ce point à une hauteur verticale

$$=\frac{b^4\,ppuu}{60{,}4\,(agP+bbp)^2}$$

Mais cette hauteur n'est autre chose que le sinus verse de l'arc décrit par ce point pendant la première demi-oscillation, et ce sinus verse est aussi

$$=\frac{bcc}{2ff};$$

on a donc cette équation

$$\frac{b^4\,puu}{60{,}4\,(agP+bbp)^2}=\frac{bcc}{2ff},$$

d'où l'on tire

$$u=\left(\frac{ag}{bf}\times\frac{P}{p}\times\frac{b}{f}\right)c\sqrt{\frac{30{,}2}{b}}.$$

(1) On a cru devoir conserver la notation algébrique du texte, où les carrés sont représentés par l'indication du produit des deux facteurs : Ainsi, bb signifie b^2 dans la notation nouvelle. (N. de l'Éd.)

Ce qui donne la vitesse de la balle à l'instant du choc.

Le pendule dont je me suis servi pesait 131,0625 livres, et les balles étaient d'un once, ainsi

$$\frac{P}{p} = 2097{,}032.$$

Le pendule faisant 133 vibrations en 3 minutes, donne $a = 5{,}604$ pieds; j'avais d'ailleurs $g = 4{,}5$ pieds, et ayant attaché le ruban indicateur du recul au point où était le centre de gravité, j'avais aussi $f = 4{,}5$. Donc

$$\frac{ag}{f} \times \frac{P}{p} = 11751{,}53,$$

qui est un produit constant et le même pour chaque coup d'épreuve; puisque les grandeurs qui le composent ne dépendent que de la nature du pendule et du poids de la balle.

A l'égard des quantités b et c, elles dépendent de la situation du point où le pendule est frappé et de la balle; on en trouvera les valeurs dans les cinq tables suivantes, construites pour chacune des cinq charges qui ont été mises en expérience.

La première colonne de chaque table comprend les longueurs des canons de fusils, depuis quatre jusqu'à trois pieds en diminuant de deux pouces. La seconde, la distance de l'axe de mouvement au point où la balle a frappé, c'est-à-dire les valeurs de b. La troisième les cordes des arcs décrits par le centre de gravité du pendule, où est attaché le ruban qui

mesure son recul pendant la première demi-oscillation; ce sont les valeurs de c. La quatrième contient les valeurs de l'expression

$$\left(\frac{ag}{bf}+\frac{P}{p}+\frac{b}{f}\right)c\sqrt{\frac{30,2}{b}}$$

ou les vitesses de la balle par seconde, en pieds. Dans la cinquième on trouve les portées horizontales, le fusil étant élevé de 5 pieds au-dessus de terre : dans le calcul de ces portées on a eu égard à la résistance de l'air, en la supposant proportionnelle aux carrés des vitesses. J'ai ajouté une sixième colonne qui contient les portées de but en blanc, dans le cas où la ligne de mire fait un angle d'un degré avec l'axe du canon. C'est surtout par ces portées qu'on doit juger de l'effet du fusil.

Tables des épreuves sur les portées des canons de fusil, selon leurs différentes longueurs, et les différentes charges de poudre.

On voit par ces tables que les canons de fusil sont capables d'un effet d'autant plus grand, du moins jusqu'à un certain point, qu'ils sont plus longs, et la charge plus grande ; si les charges de 3 1/3 gros et de 2 1/2 gros, ont donné avec le canon de 3 pieds 2 pouces une plus grande vitesse qu'avec celui de 3 pieds 4 pouces, cela ne peut venir que de ce qu'en tirant avec ce canon il s'est élevé un peu de vent qui a dû contribuer au recul du pendule. Mais j'ai déjà remarqué que quoiqu'il y eût plus d'effet à attendre des plus longs canons, il y avait néanmoins des raisons pour en préférer d'autres plus courts. C'est ce qu'il est aisé de faire voir du canon de 3 pieds 8 pouces, par rapport à ceux qui sont plus longs : son effet est moindre à la vérité, mais il est suffisant, et il donne à un fusil tous les avantages dont cette arme est susceptible.

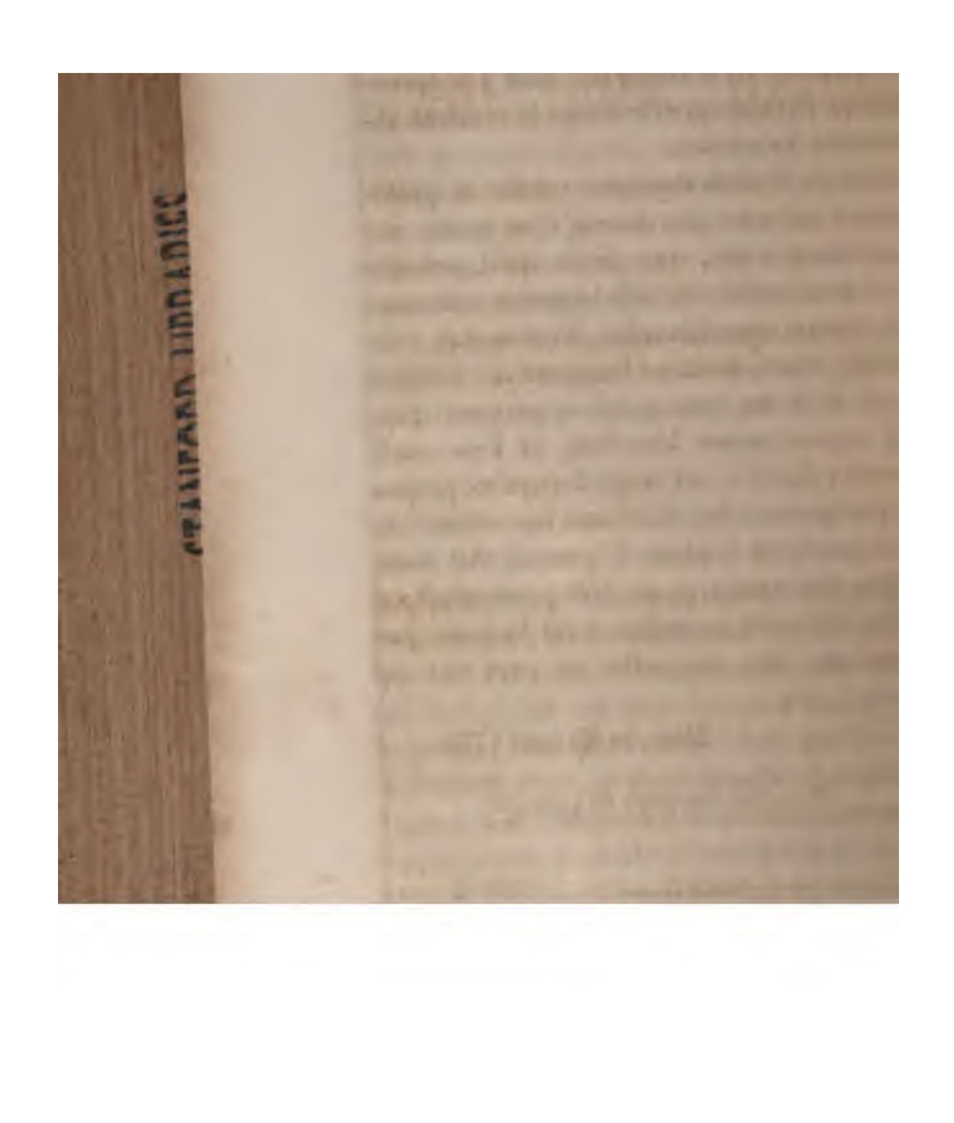
Il est reçu pour maxime, que les parties d'une place fortifiée ne doivent être éloignées des lieux qui les flanquent que de la portée ordinaire du fusil, et cette portée est estimée de 120 à 160 toises : un fusil fait donc tout l'effet qu'on doit en attendre lorsqu'étant dirigé horizontalement ou presque horizontalement, il atteint un objet à la distance de 120 à 160 toises, or, c'est ce que produit le canon de 3 pieds 8 pouces, puisque selon nos tables, la portée de but en blanc sous un degré de ce canon, est de 129 toises avec la charge de 2 1/2 gros, et va jusqu'à 167 toises avec la charge de 5 gros 40 grains ou de 36 à la

livre. On voit même que le canon de 3 pieds 6 pouces jouit à peu près des mêmes avantages; mais qu'on les perdrait en partie avec des canons plus courts. A l'égard des charges, nos tables ne laissent aucun doute sur l'insuffisance de celle d'un gros et demi que M. le C. D. a employée dans ses épreuves; les petites portées qu'elle donne la rendent absolument inutile au service.

Si le canon de 3 pieds 8 pouces mérite la préférence sur ceux qui sont plus courts, c'est moins encore comme arme à feu, que parce qu'il procure au fusil armé de sa bayonnette une longueur suffisante pour servir comme arme blanche ; il est aisé de voir que des fusils d'une moindre longueur ne rempliraient pas si bien les vues qu'on se propose dans leur usage comme armes blanches, et l'on avait sûrement aucun égard à cet usage lorsqu'on proposait, il y a quelques années, de réunir les canons de fusil à la longueur de 3 pieds 2 pouces. Au reste dans le choix des armes on ne doit point négliger l'attention de les avoir au moins aussi longues que celles des nations avec lesquelles on peut être en guerre.

Metz, le 29 août 1753.

(Tiré d'un manuscrit de Lombard).



ACADÉMIE MILITAIRE

Par P. MUSSOT,

Lieutenant-Colonel en retraite.

Nous plaçons ici un mot exprimant une chose qui existe pas en France, où cependant il y a tant d'*aca-*
mies, et où prit naissance l'institution qui a servi modèle à toutes les *académies* de l'Europe, et, on ut le dire, du monde civilisé. Chez presque toutes puissances qui entretiennent une armée et qui ssèdent des institutions militaires, il s'est établi, t librement, soit sous l'influence du gouvernement *académies militaires;* la France, ou règne le incipe d'égalité, la *conscription* et l'institution de

la garde nationale, la France n'a pas, et n'a jamais pu obtenir d'en avoir une. Le besoin d'une telle institution, les sollicitations, les écrits pour l'obtenir datent de loin, cependant, et, ainsi qu'on va le voir, n'ont jamais laissé péricliter ni proscrire la question. Nous nous effacerons complétement ici; après tout ce qui a été dit depuis un siècle, il ne nous reste rien à dire; mais nous allons faire revivre, en partie, tout ce qui a été dit, en y ajoutant peut-être quelques observations complémentaires ou quelques changements d'expressions, que nous placerons toujours entre deux parenthèses.

Le comte de Beausobre, officier général, dans un écrit sur l'utilité d'une école et d'une académie militaire, s'exprimait ainsi, en 1757 :

« Son utilité (d'une académie) serait de tous les temps et de tous les jours : la paix serait aussi laborieuse pour elle que la guerre : chacun des savants qui la composeraient, cultivant et perfectionnant sans cesse la partie de la science de la guerre sur laquelle il a le plus d'expérience, (le gouvernement, le ministère) aurait continuellement sous la main un magasin *(sic)* immense d'observations et de mémoires, dans lesquels il trouverait démontrées et dessinées toutes les opérations instructives des grands capitaines, dans le détail le plus grand et le plus exact, tous les problèmes militaires, énoncés et résolus.... Chaque ouvrage y serait lu, examiné, discuté, corrigé; tous

y seraient placés comme un dépôt sacré pour servir au besoin.

« Une telle académie produirait ses effets dans la proportion que les autres ont produit les leurs, et plus encore, parce que tous ses membres n'auraient qu'une science pour objet ; qu'ils auraient bientôt saisi les principes élémentaires, et qu'ils auraient tous le savoir et l'expérience nécessaires pour poser les fondements d'une théorie démontrée.

« Dira-t-on qu'il en serait de cette académie comme des autres ; que le (gouvernement) qui l'aurait fondée ne profiterait pas longtemps seul de ses avantages; que tous les souverains en fonderaient ensuite de pareilles, dont les effets deviendraient les mêmes? (C'est ce qui est arrivé, sans que nous ayions pris l'iniative. En profitons-nous beaucoup?) Pour détruire cette objection, il ne faut que se rappeler les grands avantages qu'ont eus les États qui ont été les premiers à cultiver les sciences, sur ceux qui les ignoraient encore. ... (ou qui n'ont fait que les suivre dans cette voie). Les avantages de l'habileté, lors même qu'elle ne fait que devancer celle de l'ennemi, n'en sont pas moins permanents..... Pour les perdre, il faudrait négliger les connaissances qui les ont fait acquérir, (oublier ou laisser tomber en désuétude ce qu'on a appris et enseigné aux autres). — En les cultivant (au contraire) toujours avec le même soin, l'avance est un droit d'aînesse qui ne se perd pas, et ce droit influe bien plus dans les succès de la

guerre, qui multiplient nos forces et diminuent celles de l'ennemi, que dans ceux des autres sciences.

« Sans une telle académie, la science de la guerre sera toujours flottante entre les opinions, jamais fondée sur des principes démontrés..... Combien ne faut-il pas d'observations méthodiquement faites pour établir des règles sur un si grand nombre de combinaisons et d'opérations? Un grand homme, (quels que soient son génie et son aptitude au travail), ne peut jamais, pour remplir (un pareil objet), avoir assez fait d'expériences à la guerre, où elles sont infinies par les variétés (des pays et des terrains), et où souvent l'observateur est mis hors d'état d'en faire une seconde. Pour cet amas prodigieux de matériaux militaires, il n'y a qu'une académie protégée du (gouvernement) qui puisse le faire, le préparer, le mettre en ordre; ni les lumières, ni les soins, ni les facultés, ni la vie d'un particulier, (ni ses forces et son intelligence) ne peuvent (seules) y suffire.

« ...... Un grand homme emporte en mourant et l'utilité dont il est, et l'utilité plus grande encore dont il aurait été s'il eut vécu davantage; mais une académie ne meurt point, et chacun des savants qui la composent devient plus savant encore par le secours de cette société, que s'il n'eut communiqué qu'avec lui-même. »

« L'institution d'une académie, composée des militaires les plus savants et les plus expérimentés

(MAIZEROY, 1766), serait le seul moyen de maintenir toujours en vigueur, les lois, les constitutions, et les maximes qu'on aurait une fois établies; de prévenir les abus, de rectifier (et relever) ce qui tendrait à dégénérer, et de pousser les connaissances de la guerre aussi loin qu'elles peuvent aller. On rassemblerait d'abord un assez grand nombre d'observations et de mémoires pour former des combinaisons sur toutes les espèces d'opérations : on examinerait les différents systèmes de tactique : on pèserait, on comparerait les opinions (et les écrits) des plus habiles généraux et des meilleurs tacticiens. Lorsqu'on serait convenu des principes élémentaires, on en formerait un code..... qui serait une base sur laquelle on élèverait un système complet.... on marcherait ainsi dans la pratique (appuyé sur une théorie assurée) : le flambeau de l'expérience éclairant sur la variété infinie des circonstances, il en résulterait des remarques qui serviraient à se perfectionner (dans l'art militaire.)

« On examinerait (tous les plans) qui seraient proposés; on recevrait tous les mémoires qui seraient présentés par des officiers studieux et expérimentés. On les discuterait avec attention, et ce qu'on trouverait utile au bien du service, ou à la perfection de chaque branche de la guerre, serait communiqué (au chef de l'État). Tant de projets mal conçus, présentés sous une forme séduisante (ou recommandés par de puissants personnages, souvent

étrangers à la matière), et dont on ne reconnaît l'erreur (ou la faiblesse) qu'après l'éxécution, ne seraient plus adoptés. Tant d'autres qui sont rejettés ou négligés, faute d'appuis assez puissants pour les soutenir, seraient montrés dans tous leurs avantages, et ne pourraient manquer d'être reçus. L'intérêt, la considération personnelle seraient écartés ; on ne ferait attention qu'à la chose. Souvent ce qu'on ne croit pas devoir être agréé dans un temps, peut être d'une grande utilité dans un autre. Tout étant écrit et déposé dans les archives (de l'Académie), on s'en servirait dans l'occasion. Ce serait le résulat des travaux militaires, le dépôt de leurs connaissances, (on dira que cela existe ; qu'il y a des archives au ministère de la guerre et même un dépôt de la guerre, où tous les documents, mémoires, plans, cartes, projets, etc., etc., sont déposés et conservés dans des cartons ? Mais nous répondrons que c'est, la plupart du temps, sans avoir été lus par aucun homme compétent qu'ils sont enfouis pour ne plus jamais revoir le jour); ce serait la source abondante où puiserait ceux qui voudraient se perfectionner dans les (parties sublimes de l'art)...... Avec de pareils secours et d'aussi grands motifs d'émulation, on serait sûr de voir d'excellents officiers et d'habiles généraux se former dans tous les genres. Le goût du travail et de l'application prendrait la place du désœuvrement et des occupations frivoles....

« Si jamais on a eu lieu d'espérer cet établisse-

nent, c'est dans un temps où les lumières sont le plus répandues..... L'institution de l'Académie française portera aux siècles les plus reculés le nom de son fondateur (Richelieu). Celle d'une Académie militaire n'immortaliserait pas moins le nom de celui qui en poserait la première pierre. »

Le même auteur s'exprimait encore ainsi, d'après la même pensée, onze ans plus tard : (Joly de Maizeroi colonel d'infanterie, de l'Académie des inscriptions et belles lettres; *Théorie de la guerre*, INTRODUCTION, page 62 et suiv., — 1777.)

«..... Cependant si la même nation, depuis qu'elle s'est policée, n'a voulu le céder à aucune autre dans ce qui est d'esprit et d'agrément, pourquoi cette timidité, cette méfiance d'elle-même dans les choses plus importantes, telles que celles de la guerre? pourquoi est-elle toujours dans l'incertitude, et n'ose rien statuer sans être autorisée d'un modèle au-dessous duquel elle demeure? C'est qu'elle a trouvé des règles établies pour tous les arts; qu'elle a eu des génies qui, en la guidant, ont formé son goût, et des sociétés littéraires qui l'ont maintenue : mais personne ne l'a dirigée dans la science des armes. Quelques vérités écrites ont eu plus de contradicteurs qu'elle n'ont fait de prosélites. Aucun tribunal n'a été chargé de les examiner, de les discuter et de les rédiger en règles. On a pour ainsi dire vécu au jour le jour, s'accommodant de toutes les idées un peu spécieuses, présentées par des gens pourvus du talent

ou du crédit de se faire écouter. Jamais l'esprit de changement, de frivolité et d'inconséquence ne s'est plus manifesté que depuis environ vingt ans. Jamais les traits de l'inconstance n'ont été plus marqués. Mais quel peuple ne varierait pas lorsque rien ne fixe ses opinions? »

« Il manque à l'émulation des officiers, et peut-être même de beaucoup de soldats, une Académie militaire (SERVAN; *soldat-citoyen*, note 73 de la page 542. — 1780) elle serait un moyen qui pourrait en même temps engager les officiers à travailler davantage et donner la facilité de connaître plus promptement leurs talents (et leur mérite), et, par là, de procurer pour la guerre des secours précieux et intéressants; (Hoche, Marceau, Kléber, Pichegru, Championnet et tant d'autres, ont bien prouvé, peu de temps après, toutes les ressources et les secours qu'on pouvait trouver pour la guerre, dans les rangs des soldats et des sous-officiers, et combien les pressentiments de l'auteur étaient justes). Il est peut-être de la plus grande importance de ne pas tout attendre de l'expérience, elle ne mène souvent à la vérité que par le chemin de l'erreur; il faudrait prévenir, par l'étude des principes pendant la paix, les malheurs d'une pratique qui n'aurait pas pour base la connaissance préliminaire d'une bonne théorie.

« La Grèce qui perfectionna tous les arts, eut des écoles où les principes de la tactique étaient enseignés. L'établissement d'un prix accordé chaque an-

née à l'auteur du meilleur ouvrage sur un sujet donné, nous tiendrait lieu de ces écoles (ou académies des anciens). Ce moyen serait offert aux talents pour parvenir jusqu'au ministre ; il servirait à faire apprécier la capacité des officiers (et même des sous-officiers), qu'on ne peut connaître que par des rapports, où l'exacte vérité ne préside pas toujours ; il procurerait une mesure certaine, sur laquelle on jugerait les divers degrés de talents (et où l'on réduirait souvent les réputations prônées et faites sur parole) ; et l'incapacité, obligée de se montrer à découvert, cesserait de prétendre à une préférence dont elle ne peut se flatter, que par l'impossibilité où l'on est de la reconnaître. On ferait un recueil des meilleurs mémoires (et ouvrages), qui ferait avec le temps, un traité complet de l'art de la guerre ; tout ce qui a rapport au militaire fournirait le sujet du prix (et serait admis au concours pour l'obtenir). Dans la naissance de cet établissement, on se bornerait aux questions les plus simples ; on débuterait par les éléments, pour en venir par degrés (aux sujets les plus élevés), et tout deviendrait des problèmes intéressants, dans un art où l'on a beaucoup trop conservé l'esprit de système (et de mystère.) »

De Cessac, plus connu sous le nom de Lacuée, traitant le même sujet, donnait un projet complet pour la création, la formation, les attributions, les travaux etc., de cette académie.

« En parcourant, dit-il (Cessac ou Lacué, 1785),

les annales de l'Europe, depuis 1635 jusqu'à nos jours, j'ai vu les sociétés savantes se multiplier, surtout dans ma patrie. Persuadé de leur influence sur l'accroissement des lumières, et de l'effet de celles-ci sur le bonheur public, je me suis estimé heureux d'être né dans un siècle où les arts et les sciences avaient un temple, des prêtres et des autels; mais quel a été mon étonnement, lorsque je n'ai lu sur le frontispice d'aucun de (ces temples) : Académie militaire? Pourquoi l'art de la guerre, qui protége et défend tous les autres, n'a-t-il pas les mêmes honneurs? Une science qui fait la gloire et la sûreté de ce royaume, sera-t-elle négligée chez un peuple environné d'ennemis puissants, et avides à l'excès de la gloire acquise par les armes? « Un peuple est-il « heureux? pour continuer de l'être que faut-il? « Que les nations voisines ne puissent l'asservir. « Pour cet effet ce peuple doit être exercé aux ar- « mes : il doit avoir d'habiles généraux, d'excel- « lents amiraux, de sages administrateurs, enfin une « excellente législation. Ce n'est donc jamais de « bonne foi qu'on se fait l'apologiste de l'ignorance. » (Helvétius). Dans des siècles où l'on a méprisé les connaissances, où l'on a fait consister le mérite du guerrier dans une bravoure aveugle, où, regardant moins la guerre comme une science que comme un métier, on a pu préférer l'expérience qu'on acquiert nécessairement avec le temps, à la théorie qu'on n'obtient que par un travail assidu; dans les temps

où l'on s'est refusé jusqu'à de petites dépenses utiles, pour être en état de satisfaire à de grandes prodigalités; où peut-être des ministres et des généraux jaloux, despotes fainéants, ont craint d'accroître le faisceau des lumières qui aurait trop éclairé leur conduite, leurs plans et leurs systèmes, on n'a pu même oser parler d'Académie militaire. « (Quelques « officiers en France, veulent des soldats automates. « Cependant Turenne ni Condé ne se sont jamais plaints « du trop d'esprit (ni du trop de patriotisme et « d'enthousiasme) des leurs. Des soldats grecs et « romains, citoyens au retour de la campagne, « étaient nécessairement plus instruits et plus éclai- « rés que les soldats de nos jours, et les armées « grecques et romaines (dans les beaux jours de « ces nations), valaient bien les nôtres. Les soins « que les généraux actuels prennent pour étouffer « les lumières chez les subalternes n'annonceraient- « ils pas la crainte qu'ils ont d'avoir des censeurs « trop éclairés de leurs manœuvres (ou trop bons « juges de leur mérite.)? Scipion et César (Hoche « et Marceau) avaient moins de défiance.) »

Mais « ces vains préjugés, ces faux jugements doivent disparaître (aujourd'hui). Vers la fin du XVIIIe siècle (ajoutons, au milieu du XIXe) L'ignorance ne peut avoir que des partisans obscurs ou intéressés (ou fauteurs d'intrigue et de corruption), et quand il serait vrai, autant qu'il ne l'est pas, qu'un militaire aujourd'hui peut se former sans étude, on

ne peut nier du moins que la passion la plus violente pour une science quelconque est moins nuisible au guerrier, à l'état militaire, à la société, qu'un loisir fainéant et lâche. Tout homme oisif est un homme sans mœurs, un poison social, dont les effets sont aussi rapides que funestes.

« De nos jours on ne croit plus qu'on naisse général. On est convaincu que la guerre est une science; qu'elle a ses règles, ses principes ; qu'il faut les connaître, les approfondir pour être digne de commander..., qu'il est plus sage de s'instruire par les fautes des autres que par les siennes ; que la science militaire théorique est utile et non dangereuse. On éprouve souvent que ce n'est pas le vrai savoir, mais la plus profonde ignorance qui censure avec le plus d'amertume et de hauteur. On sait que si l'excès de l'étude diminue un peu les forces du corps, elle augmente celle de l'âme (et de l'intelligence), et que le repos (physique) du cabinet, énerve beaucoup moins, et pour moins de temps que l'usage des voluptés. On ne peut pas douter enfin, d'après les exemples multipliés des autres sociétés savantes, que la réunion de plusieurs militaires instruits, qui travailleraient conjointement, ajouterait beaucoup et promptement aux connaissances acquises sur l'art de la guerre; que de cette réunion, et de l'espoir de s'y voir admis, naîtraient l'émulation et le désir de s'instruire.... Enfin, qu'une académie militaire, très-peu coûteuse pour l'État, immortaliserait, comme

Richelieu et Louis XIV, le ministre qui l'aurait proposée et le souverain qui la fonderait. On lit dans Sully que Henri le Grand en avait formé le projet, et qu'il destinait deux salles du Louvre au dépôt des modèles en tous genres.

« Pénétré de ces vérités, je vais donner une légère esquisse de la composition d'une Académie militaire et de ses travaux : heureux si elle peut faire naître des idées plus utiles. »

Suivent les détails de cette organisation, que nous ne pouvons donner ici, mais qu'on trouve dans l'article *Art militaire*, de l'*Encyclopédie méthodique* (1785), 1er vol., pages 12, 13 et 14. Le nombre, le le mode de nomination (qui est l'élection, bien entendu), les divers degrés d'élévation des membres, le nombre de leurs séances, le mode et le classement de leurs travaux, et jusqu'à leurs émoluments, ainsi que la fixation des prix à décerner, s'y trouvent réunis. La partie financière se récapitule ainsi :

« On a demandé ci-dessus 60,000 livres pour les dépenses de l'académie militaire. Tel pourrait en être l'emploi :

Pensions des académiciens.	20,000 l.
Prix.	4,500
Jetons.	10,800
Faux frais	4,000
Pensions des adjoints (oubliée ci-dessus)	10,000
	49,300 l.

« Il resterait, y compris les retenues, environ 12,000 livres par an, qui pourraient être employées à des expériences, et à envoyer des académiciens reconnaître les frontières, lever des plans, (étudier les progrès des autres puissances,) etc., etc. »

Ce qui vient d'être rapporté sur cette question, devrait suffire, quoique ne l'ayant pas épuisée ; nous pourrions y ajouter beaucoup en prenant quelques passages de ce qu'en on dit : Folard, 1727; Turpin de Crissé, 1757; Lolooz, 1766; Sinclaire, 1775; Jobro, 1777 ; Potier, 1779 ; le prince de Ligne, 1780 ; Keralio, 1780; Boban, 1781 ; etc. Mais nous abrégerons ces citations, en arrivant de suite à des œuvres plus récentes, qui se sont occupées de cette question depuis si longtemps pendante devant l'opinion, et que les suffrages les plus imposants, sous le rapport de la compétence et du savoir, n'ont pu jusqu'ici, faire prendre en considération par les pouvoirs qui se sont succédé depuis plus d'un siècle dans notre pays. *La Sentinelle de l'armée*, journal militaire qui a cessé d'exister, s'exprimait ainsi au sujet des académies militaires, dans son numéro du 24 mars 1837, article signé des initiales A. C, capitaine d'infanterie :

« Il existe, sous ce titre, en Prusse, des sociétés savantes dans tous les chefs-lieux de gouvernements militaires : elles ont eté fondées par le Grand Frédéric, pour propager daus l'armée la connaissance des parties scientifiques de l'art de la guerre. Cha-

cune d'elle possède une bibliothèque (voyez ce mot, qui se rattache intimement à celui-ci) ouverte à tous les officiers, et les salles des édifices, siége de ces académies, forment des espèces de casino militaires, où n'ont accès que les seuls membres de l'armée.

« Je voudrais qu'il en fut de même en France, et que de plus, une académie des sciences militaires, formant une nouvelle classe de l'Institut, fut créé à Paris, pour y donner asile au concours des lumières de nos savants écrivains militaires, comme on a, dans ces derniers temps, fondé la classe des sciences morales et politiques, en renouvellement de celle qui existait sous l'Empire.

« Tous les genres de célébrités dans les diverses branches des connaissances humaines ont leur représentant à l'Institut, et les assemblées de leurs illustres adeptes, dans ce temple de la gloire, sont, pour les sciences, ce que certains corps souverains sont pour les lois : des espèces de sénats conservateurs..; les savants y ont celle des sciences ; la classe des inscriptions reçoit les archéologues, antiquaires érudits ; la peinture, l'architecture, la sculpture et la musique, les beaux arts en un mot, possèdent aussi leur académie ; enfin les philosophes et hommes d'État ont la classe des sciences morales et politiques qui leur est ouverte dans ce palais des muses. Les militaires seuls, ou plutôt la science militaire, qui embrasse littérature, science, érudition, connaissance des arts, de la philosophie et de la politique, cette

science si universelle; n'a cependant pas encore trouvé sa place à l'Institut.... »

Nous aurions pu mettre Guibert, dont le nom seul est une autorité en cette matière, au nombre de ceux qui ont milité pour la création d'un établissement consacré à la science de la guerre, car voici entre autres témoignages, comment il termine son *Essai général de tactique :*

« C'est une encyclopédie, elle seule, que la science « militaire. C'est la plus intéressante des sciences, « soit qu'on la considère relativement à la variété « de ses détails, ou à l'importance de son objet, ou à « la gloire et aux grands intérêts qui y tiennent. « Puisse cette vérité, sentie par les hommes qui sont « destinés à commander les armées, leur faire aper- « cevoir l'immensité de leurs obligations! Car ce « n'est encore rien que l'acquisition des connaissan- « ces qui composent la science militaire : il faut, pour « être un général de premier ordre, savoir employer « ces connaissances. Il faut avoir le génie......... il « faut réunir un assemblage plus qu'humain, de qua- « lités physiques et morales. Aussi doit-on rester « confondu d'étonnement et de respect, à la vue du « petit nombre de généraux que la postérité honore « du nom de grands. Il semble que la nature ne les « introduit çà et là, au milieu des siècles, que pour « servir d'époque à la grandeur de l'esprit hu- « main.

« Les gens de lettres n'ont pas en général, cette

« haute idée de la science de la guerre, ils la croient « vague et dénuée de principes positifs. Ce malheu- « reux préjugé est répandu même chez beaucoup de « militaires. Faute de n'avoir pas assez étudié leur « art, ils ne font point assez de cas de leur profession. « Je retirerai de mon travail un grand prix, si j'ou- « vre les yeux à quelques-uns d'eux. Il est si encou- « rageant, quand on cultive une science, de la voir « acquérir de l'estime et de l'importance dans l'opi- « nion des hommes. »

« Croit-on que les maréchaux Gouvion-Saint-Cyr et Suchet, les généraux Lamarque, Laroche-Aymont, Mathieu-Dumas, Cessac, Oudinot, Préval, Bardin et Pelet, les colonels Carion-Nisas et Saint-Yon, les capitaines Roquencourt, Jacquinot de Presle et Piobert, et quelques autres savants écrivains militaires, qui ont doté la patrie d'ouvrages profondément pensés et écrits de main de maître, auraient été ou seraient indignes de siéger à côté des illustrations scientifiques, littéraires et artistiques dont s'honore la France ?....

« ..... L'établissement d'académies militaires serait pour nos jeunes officiers un puissant véhicule, qui, en leur donnant le goût des études sérieuses, leur offrirait des causes d'émulations par la récompense honorable dont chacun d'eux pourrait espérer voir couronner un jour ses efforts.

« Déjà on commence à sentir dans l'armée, la nécessité du travail de cabinet; les journaux militaires

qui se sont fondés dans les derniers temps y ont imprimé un élan généreux, en ouvrant leurs colonnes aux articles du métier, qu'un assez grand nombre de militaires de tous grades s'empressaient de leur envoyer.. ..

« L'étude est pour l'armée le champ de bataille de la paix..... Que l'on médite cette vérité.... et que l'on mette les officiers en position de lutter entre eux de connaissances militaires pour l'acquisition des grades dévolus au *tour du choix*, à défaut des occasions qu'on ne leur fournit pas, de se distinguer par leur courage....

« On devrait donc ajouter à l'Institut une sixième classe sous le nom d'académie des sciences militaires : on y entrerait, comme dans les autres, par voie d'élection.

« On devrait aussi fonder, dans chaque chef-lieu de division militaire, une société des sciences militaires. Une bibliothèque d'ouvrages spéciaux sur l'art de la guerre serait établie au siége de chacune de ces sociétés....... Cette bibliothèque serait ouverte à tous les militaires.

« Tous les ans, des questions d'un intérêt majeur pour l'armée..... seraient posées au concours par chacune de ces sociétés. Des armes, des médailles, des livres, des mentions honorables, seraient donnés en récompense aux auteurs des meilleurs mémoires....... à mesure que l'amour du travail s'infiltrerait dans les rangs de l'armée, il en chasserait le

goût de la dissipation, de la fréquentation des cafés et maisons de jeux, où l'on perd son temps, son argent et sa santé, et ferait disparaître entièrement cette oisiveté qui semble être le partage des militaires en garnison. L'armée compterait dans son sein un plus grand nombre d'hommes instruits, et elle en deviendrait plus respectable, comme branche du corps social, et plus formidable comme corps militant. »

Terminons cette revue rétrospective des vœux incessants de la presse militaire, pour la création d'une académie spéciale à l'art de la guerre, par un résumé sommaire de l'excellent article du général Bardin sur ce sujet, dans son *Dictionnaire de l'armée de terre*, première partie, p. 64 et suiv. (1841).

» ..... Dans plus d'un empire, il aura existé, pendant longtemps, des académies où fleurissent les arts qui amusent; il s'y sera élevé des athénées des gymnases, où les études qui polissent l'esprit sont cultivées, on y aura honoré et protégé les professeurs des sciences qui enrichissent l'État pendant la paix, et nulle part on aura songé à créer une ou plusieurs chaires publiques pour la fondation et l'enseignement de la tactique et du droit de la guerre, nulle part on n'aura rendu nationale la culture de l'art qui est à la fois l'épée et le bouclier du gouvernement, qui sauve au besoin la vie et la fortune des citoyens, l'existence et l'honneur de la nation. — Pourquoi les collèges ouverts jusqu'ici, presque uniquement aux

latinistes, ne comprendraient-ils pas une faculté militaire? Les cours n'en devraient-ils pas être suivis par ceux des écoliers de seconde qui se sentiront du goût pour cette étude? Chez un peuple où règne la conscription, et qui comprend ou peut comprendre quelques millions de gardes nationales, une pareille instruction serait-elle moins utile que la rhétorique et la logique? — Notre siècle dont on vante les lumières, abandonne aux routines cette science du guerrier, vieille avant d'être mûre; cette science qui conserve ou renverse les empires, et qui ne sait pas même le sens positif, légal qu'il faut attacher au mot stratégie. — Nous avons, sous Louis XV, imité de la Prusse tous ses colifichets militaires; et des choses de ce royaume, ce qui a échappé aux regards de nos officiers voyageurs, c'est le cercle militaire qu'avait fondé à Berlin Frédéric II. — S'il existait une institution militaire académique et nationale, les officiers les plus instruits en feraient partie; ils auraient à leur disposition les ouvrages militaires de toutes les langues, les traités nouveaux seraient livrés à leurs commentaires; les meilleures voies d'avancement et les grands intérêts de la science militaires y seraient discutés. — On y pèserait les projets sages; on y examinerait les mémoires utiles, on y proposerait des questions à approfondir, et des difficultés à résoudre, des prix seraient décernés périodiquement aux lauréats.... les subalternes savants ne seraient pas repoussés de ce sanctuaire, et rien n'y

iseveli dans l'ombre et amorti par la non-pu-
... Des souvenirs assez modernes, des té-
;es parlants, prouvent qu'en quelques pays
les académies libres a été comprise; il nous
s travaux littéraires de l'académie militaire
tait à Milan en 1802 et 1803. Cette institu-
ait pas sans analogie avec l'académie royale
nces militaires de Suède. Cette société libre
holm, fondée par M. Tibell, tint sa première
n 1796 (12 décembre), en présence du Roi,
ecteur.... Les statuts de l'académie suédoise
ecueillis dans le *Journal militaire* de France,
endémiaire, p. 78). Le *Journal des sciences*
es (8e livraison), et dans le *Spectateur mili-*
vi, p. 500). Ces publications témoignent de
érité de cet Établissement en 1829. Une as-
ı libre, qui a caractère académique, existait
is la milice suisse, c'était une réunion mili-
Les membres de ce corps tenaient leurs as-
s à Iverdun. Un écrivain connu M. Du-
en était un des principaux sociétaires.... —
s combinaisons analogues se retrouvent dans
es anglaises et prussiennes, et dans plusieurs

---

ur est le général qui a mis glorieusement fin à la
Sunderbund.

armées du nord de l'Europe, elles étaient en progrès, et dépassaient quelques États voisins sous le rapport des institutions de détail et des études positives. La France n'a pas encore tenté d'essais de ce genre; cependant le désordre de la législation militaire est généralement avoué. L'art invoque un code et une langue, les nominations aux emplois demandent un système de concours et d'examen de candidats, une jurisprudence et des tribunaux d'honneur sont à instituer, ainsi qu'un mode de rémunération par obtention d'emplois civils, en dédommagement du service forcé, etc.

« Mais trop de causes repoussaient l'institution d'une académie militaire nationale, et d'un véritable conseil de la guerre! Que d'intérêts eussent été froissés, (que d'abus dévoilés, d'incapacités reconnues, d'intrigues déjouées, de cupidités restreintes et bridées), s'il eut existé un centre fixe, un creuset solide où seraient venus de force, s'accorder et s'épurer des principes (aujourd'hui) vagues et mobiles, des règlements transitoires et obscurs. — Trop de personnages se verraient rapetisser, s'il était institué à l'instar de l'ancien conseil de la guerre, un tribunal réviseur du code militaire et conservateur de la composition des troupes, trop de commis seraient sans besogne (trop de sinécuristes sans attributions nominales), si ce conseil était secondé d'une académie militaire, qui siégerait au dépôt de la guerre, déciderait de l'importance de

l'utilité des livres classiques militaires, les distribuerait aux bibliothèques des corps ou des villes de garnison, ouvrirait les sources de l'enseignement, dégrossirait la langue de nos troupes, mettrait au jour un grand dictionnaire à l'usage de toute l'armée, et nous ferait enfin connaître combien on peut demander de soldats à la France, de recrues à nos départements, de troupes légères à nos pays de montagnes, (de grenadiers à nos pays de plaines), de chevaux à nos haras, d'hommes de cheval ou de cavaliers à nos contrées de grand paeages et d'élève, d'artilleurs aux provinces de l'est et de l'ancienne Franche-Comté, etc. »

Nous avons promis de dire pour quelles raisons nous préférerions que l'académie militaire, s'il en était formé une, fut en dehors et indépendante de l'Institut; ces raisons se résument en une seule considération : c'est que nous craindrions, par un contact, une dépendance, une solidarité quelconque, d'inoculer à un corps naissant, jeune et plein de sève, qui aurait besoin surtout d'éléments sains et purs de toute corruption, pour croître et prospérer, les infirmités d'un corps vieilli, infirmités qui, sous les noms de convenances, de déférence, respect humain et autres considérations personnelles, font admettre des noms ou des positions sociales au fauteuil académique, au lieu d'y appeler le talent prouvé, la capacité reconnue.

N. Ce fragment qui nous est communiqué par notre collaborateur, le lieutenant-colonel P. Mussot, est extrait du manuscrit du *Dictionnaire de cavalerie*, auquel cet officier supérieur travaille en ce moment.

DE L'ACTION

TERME GÉNÉRAL DE GUERRE

Par P. MUSSOT,

Lieutenant-Colonel en retraite.

Les auteurs d'histoire ont souvent confondu le mot *action*, appliqué aux opérations de la guerre, avec les mots *bataille*, *combat*, *affaire*, *journée*, *fait d'armes*, etc.; les auteurs d'ouvrages militaires didactiques ou dogmatiques, ont adopté, chacun selon son sentiment ou sa convenance, tantôt l'un, tantôt l'autre de ces termes, sans se mettre en peine de les différencier et encore moins de les définir; les auteurs de *Dictionnaires militaires* ne sont pas d'accord entre eux dans leurs définitions de ce mot, les uns en ont trop restreint l'acception ou le sens, les autres l'ont trop étendu; il nous sera diffi-

'être plus heureux dans la nôtre; nous croyons
ois, qu'on eût simplifié beaucoup le sens de ce
en le divisant d'abord en action générale, en
ı partielle, action spéciale et action particu-
: l'action générale, c'est quand toute une
, toutes les forces d'un général en chef
ent part à la bataille; l'action partielle, c'est
l'une partie, ou quelques parties seulement
armée, telle que corps d'armée, division ou
le sont engagées et en viennent aux mains
'ennemi, tandis que les autres parties, quoique
ınt à la bataille, restent dans l'inaction, occu-
seulement certaines positions d'où elles ap-
ıt, par leur présence, les parties qui sont en
ı; l'action spéciale, est celle qui est propre
que arme; ainsi l'action de la cavalerie n'est
même que celle de l'infanterie, et l'action de
lerie est toute différente de celles de la cavale-
de l'infanterie; des batailles et des combats
é gagnés par l'action spéciale de l'artillerie
y, Friedland, Bautzen); d'autres par l'action
nfanterie (Egypte, Lutzen); d'autres enfin par
ın spéciale de la cavalerie (Marengo, Eylau,
ı, etc.) On comprendra que dans un article
e celui-ci, il ne peut être question de l'action
oupes du génie, malgré l'importance qu'elle a
ıvent dans les batailles et combats en rase cam-
, et sa spécialité dans les siéges.
ction particulière est la part que chaque corps

de toute arme prend dans la bataille, soit à l'action générale, soit à l'action partielle ou à l'action spéciale. Un exemple tiré d'un fait historique, pourra peut-être nous faire mieux comprendre.

La bataille de Lutzen dura deux jours, le 1er et le 2 mai 1813. Le quatrième corps d'armée, qui arrivait à marches forcées d'Italie, ne prit part à cette bataille que dans la deuxième journée; il fut engagé dans l'affaire aussitôt arrivé à portée de canon, mais quoiqu'il eut perdu déjà beaucoup d'hommes par l'effet de l'artillerie ennemie, il n'entra en action qu'à 4 heures du soir. Ainsi un militaire de ce corps d'armée peut dire : J'étais à la *bataille* de Lutzen, dans la deuxième *journée*, blessé légèrement au commencement de *l'affaire*, cela ne m'empêcha pas de prendre part à *l'action* de mon régiment, qui commença à quatre heures du soir. Pendant l'action, nous eûmes plusieurs *combats* à livrer et à soutenir, dans lesquels j'ai été témoin de *faits d'armes* bien remarquables. On voit par cet exemple, que bataille, combat, affaire, journée, action, fait d'armes, n'expriment pas, militairement parlant, la même chose. Cependant, tous les jours on rencontre dans les historiens, le mot action, pour bataille ou combat, et même l'*Encyclopédie*, de 1751, cite quelques grammairiens qui prennent le mot comme générateur de ceux bataille et combat, qui ne seraient alors que des espèces et des dérivés du mot générique action. C'est ainsi que paraît l'entendre

l'*Encyclopédie méthodique* de 1785, dont d'Alembert fut l'éditeur ; car elle traite le mot action, (article *Art militaire*, par de Kéralio), avec la même étendue que s'il s'agissait d'opérations statégi ques de campagne ou de batailles dans lesquelles entrent les combinaisons de l'action de toutes ces armes, et même les considérations politiques et morales qui président ordinairement à toutes les opérations de la guerre. Quoique en effet, à la guerre tout, pour ainsi dire, soit action, et qu'aussitôt qu'une armée passe de l'état de paix ou de cantonnements, à l'état de guerre ou de campagne, elle entre, par cela même en action, nous pensons que dans la langue militaire, action ne doit s'entendre que de l'effet physique des armes, de la lutte, de l'acte proprement dit d'en *venir aux mains* soit avec les armes de jet, soit avec les armes de choc ou de main. Ainsi, comme nous l'avons déjà dit, les actions de guerre sont :

Générales, et alors toutes les grandes fractions de l'armée y coopèrent simultanément, chaque arme avec son action spéciale, chaque corps avec son action particulière; dans ce cas, elles prennent le nom de *batailles*.

Partielles, alors quelques-unes seulement des grandes divisions ou subdivisions de l'armée entrent en action, pour s'emparer de quelques positions avantageuses ou favorables au succès d'une action générale qui se prépare, ou s'effectue sur un autre

point peu éloigné, etc.; tandis que les autres grandes fractions observent, gardent leurs positions acquises ou manœuvrent pour seconder, plutôt moralement que physiquement, l'action des fractions agissantes; ces sortes d'actions, auxquelles on peut encore donner le nom de grandes, sont généralement nommées des *combats*: ceux-ci présentent souvent toutes les circonstances et proportions d'une bataille; et ne sont ainsi nommées que parce qu'ils ne sont, pour ainsi dire, que des corollaires d'une action générale, des actions partielles enfin. Le combat d'Auerstadt, en 1806, nous en offre un exemple: esquissons en quelques traits : Pendant que Napoléon obtenait des succès décisifs sur le champ de bataille d'Iéna, le roi de Prusse et le duc de Brunswick, étaient dans la plus profonde ignorance de ce qui se passait, et par conséquent, dans la plus parfaite sécurité sur les événements. Le duc de Brunswick se tenait à la tête de la seconde portion de l'armée prussienne qui devait agir sur les derrières de l'armée française, en manœuvrant sur Naumburg et forçant les débouchés de Kœsen; mais il perdit du temps, malgré que les coureurs de son corps d'armée, qui avaient fait quelques prisonniers, lui eussent rendu compte qu'un corps considérable de notre armée occupait les environs de Naumburg. Il rejeta cet avis, resta un jour dans sa position, et ne partit que le lendemain.

Mais, pendant qu'il perdait ce temps précieux, le

maréchal Davoust, qui commandait le 3e corps, et qui avait reçu des instructions spéciales de l'Empereur, s'emparait de Naumburg, et se plaçait en avant de cette ville; il fit placer un corps de troupes près d'un pont jeté sur la rivière d'Unsthruth. Ce pont ainsi observé, devait être coupé, si l'ennemi se présentait en force pour le passer. Informé des projets, et comprenant les intentions du duc de Brunswick, Davoust s'empressa de faire garder le défilé de Kœsen par un bataillon du 25e régiment de ligne, de la division Gudin, avec ordre de défendre ce point important jusqu'à la dernière extrémité; il prévint en même temps l'officier supérieur qui commandait ce bataillon, qu'il le ferait soutenir s'il était attaqué.

La position du maréchal Davoust n'en était pas moins fort critique et difficile, étant privé de sa cavalerie, qui avait suivi Murat dans sa marche sur Iéna, et éloigné du 1er corps qui s'était porté sur Camburg et Dornburg.... il était donc isolé et réduit à ses seules forces, qui consistaient, au plus, 30,000 combattants, dont 2,000 de cavalerie; il savait qu'il allait avoir à lutter contre les forces nies de l'aile gauche de l'armée prussienne, posée de 50,000 hommes d'infanterie, et de 00 de cavalerie.

is Davoust était homme de résolution et d'inlité; il avait compris toute l'importance de sion qui lui était confiée, et était résolu à

vaincre ou à mourir. En effet, les défilés de Kœsen, ainsi que le passage de la Saale, devenaient la clé de la position de l'armée française qui était à Iéna : l'importance de ces points était telle, que si le duc de Brunswick s'en fût emparé, il se trouvait en mesure de la tourner et de la placer dans la position la plus critique.

En conséquence de l'inquiétude de Napoléon sur les intentions du duc de Brunswick qu'il pressentait, il envoya de nouvelles et importantes instructions à Davoust, qui se disposa aussitôt à les exécuter : la division Gudin se mit en marche, et dès six heures du matin elle se trouvait formée au-delà du défilé de Kœsen. Les divisions Friant et Morand se mirent en mouvement dans la nuit, pour déboucher sur les points donnés; mais ces troupes ne purent s'avancer que lentement, par les difficultés de terrain qu'elles rencontrèrent sur leur passage, et qu'elles durent traverser dans l'obscurité. Au point du jour, de même qu'à Iéna, le brouillard était si épais, que la division Gudin marcha sur Hassen-Hauzen, sans apercevoir l'ennemi et sans être reconnue. L'avant-garde du général prussien Schmettau y arrivait en même temps, ce qui mit les deux troupes ennemies en présence. La tête de la colonne prussienne avait déjà dépassé le village de Hassen-Hausen, lorsque nos soldats entendirent le bruit que l'infanterie ennemie faisait en marchant. Le général Gauthier, qui commandait la première brigade de la

ivision Gudin, en ayant été prévenu, fit avancer ne batterie qui fit feu dans la direction d'où venait bruit. L'ennemi, surpris par cette attaque imrévue, dont il ne voyait pas même les assaillants, se eplia en désordre sur le corps qui le suivait, en abandonnant deux pièces de canon, qui furent prises par un escadron du 1er régiment de chasseurs, appuyé des voltigeurs du 25e de ligne.

Le général Schmettau ayant, non sans peine, arrêté les fuyards, s'avança en colonne d'attaque sur l'avant-garde française, qui se replia sur le village de Hassen-Hausen, d'où elle venait de chasser l'ennemi. Un combat sérieux s'engagea sur ce point, et le brouillard, se dissipant peu à peu, laissa voir l'ennemi qui manœuvrait avec sa cavalerie pour se placer sur les derrières de la division Gudin. Ce mouvement hardi ne déconcerta pas le général Gudin : Il forma de suite son infanterie en carrés successifs, pour résister et se donner le temps d'attendre l'arrivée de la division Friant. La cavalerie prussienne se lança sur nos carrés pour les enfoncer; mais reçue par un feu roulant et bien dirigé, elle tourna e dos, laissant le terrain qu'elle avait parcouru couvert de ses morts et de ses blessés.

Après un long et sanglant combat, le général riant déboucha enfin du défilé et vint se mettre en gne, au moment où la division Gudin foudroyait tour d'elle les corps ennemis qui l'attaquaient. avoust était accouru sur le théâtre de l'action, et

assistait à ce combat. Ayant reconnu les forces de l'ennemi, et voulant s'emparer, sans perte de temps, de la hauteur où les Prussiens plaçaient déjà de l'artillerie, le maréchal fit marcher à l'attaque de ce point le 111e de ligne, de la division Friant, soutenu par trois bataillons de la division Gudin, avec ordre d'enlever cette position à la baïonnette (exemple d'action particulière). Cet ordre fut exécuté avec une rare intrépidité ; l'ennemi fit des efforts inutiles pour repousser cette attaque. Il ne put résister. On lui prit deux pièces de canon, et ce corps de 3,000 hommes fut refoulé dans les bois auxquels il s'était adossé. Durant le combat, le général Friant s'était emparé du village de Spilberg ; il fit aussitôt placer dans le cimetière, qui présentait un point dominant, 12 pièces de canon qu'il fit diriger sur un des flancs de l'ennemi. Cette artillerie laboura les colonnes prussiennes, qui, d'abord, restèrent immobiles sous cette grêle de boulets et de mitraille (deuxième exemple d'action particulière) ; mais bientôt l'épouvante et le plus grand désordre régnèrent parmi ces troupes impatientes de recevoir passivement la mort sans pouvoir la rendre. C'est dans cet instant de découragement et de démoralisation que la cavalerie française se lança sur l'extrême gauche de ces colonnes déjà ébranlées, et acheva de les culbuter (troisième exemple d'action particulière). Refoulée par cette action de choc irrésistible, elles abandonnèrent le terrain.

Un récit entier de ce combat mémorable serait peut-être déplacé dans cet article, qui n'a pour objet, en présentant quelques-unes de ses péripéties, que de donner quelques exemples des divers genres d'actions qui ont lieu dans une action générale, et quelles sont celles auxquelles on donne généralement le nom de combat; nous ne pouvons cependant nous dispenser d'y ajouter encore les détails de quelques autres actions spéciales ou particulières, afin de compléter, le plus possible, la démonstration des distinctions à établir, selon notre idée.

Le maréchal Davoust, malgré ce succès et divers autres qui en furent la suite et la conséquence, se trouvait dans une position toujours critique et difficile. La lutte était trop inégale, et il ne pouvait même pas calculer toutes les forces que l'ennemi pouvait mettre en ligne contre son corps d'armée, forces qui se renouvelaient et s'accroissaient à chaque instant. Trompé dans l'espoir que la division Dupont, qui arrivait à Camburg, avait pour mission de le seconder au besoin, il se décida à envoyer un de ses officiers au maréchal Bernadotte, qui opérait sur un autre point, à sa proximité, pour lui faire part de sa position critique, et le prier de disposer en sa faveur de cette division Dupont, qui lui était d'une nécessité absolue. Bernadotte refusa froidement, absolument; se renfermant, pour raison, dans la stricte exécution des ordres qu'il avait reçus.

Davoust, ne se trompant pas sur les motifs qui faisaient agir Bernadotte, à qui il était si facile de s'unir à lui, pour atteindre un but aussi important, se résigna, et chercha dans ses propres ressources les moyens de vaincre; comptant sur le dévouement des généraux distingués qui étaient sous ses ordres, et surtout sur la valeur éprouvée de ses troupes.

Le combat, commencé sur divers points à sept heures du matin, durait depuis cinq heures. La partie considérable de l'armée prussienne que Davoust avait en face, et dans laquelle se trouvait le roi Guillaume III, engagée entièrement, excepté ses réserves, avait éprouvé de grandes pertes; plusieurs de ses généraux étaient hors de combat, et dans leur nombre se trouvaient le duc de Brunswick et le général Schmettau. Dans ce moment critique, le roi de Prusse, apprenait la défaite de Iéna. Désespéré, il tenta un effort suprême pour refouler le corps d'armée de Davoust sur les défilés de Kœsen: dans une attaque générale qu'il ordonna, le prince Henri de Prusse, qui commandait la cavalerie, fut blessé dangereusement, après plusieurs charges impétueuses, bravement fournies par cette cavalerie, qui vint à plusieurs reprises se briser sur les carrés de l'infanterie française.

Le général Kalkreuth, qui avait remplacé le duc de Brunswick dans le commandement de l'armée prussienne, avait fait établir en arrière du village de Tauchwitz un corps de troupes dont le front était

ouvert par un fort ruisseau qui coule de Popel à leichausen, afin de protéger les divisions battues, our servir de point et de noyau de ralliement; et, n effet, on vit bientôt celles qui avaient été chassées des hauteurs de Hassen-Hausen, chercher à se reformer sous la protection de cette nouvelle ligne; mais dans ce mouvement rétrograde précipité, les Prussiens perdirent une partie de leur artillerie, ce qui redoubla l'ardeur des troupes françaises, qui se portèrent sur le corps de réserve ennemi. En vain l'armée prussienne réunit-elle tous ses efforts, et renouvela-t-elle les élans de son ancienne valeur, pour résister à cette nouvelle attaque; elle échoua complétement, et, de position en position, elle est poussée jusque sur les hauteurs d'Eckartsberg, position formidable, où, protégée par les accidents et l'âpreté du terrain, et soutenue par des divisions qui s'y sont ralliées, elle espère pouvoir se maintenir.

Cependant, Davoust, qui ne considérait pas les divers avantages qu'il avait remportés, comme décisifs; jugeant que le succès et la gloire de l'action étaient attachés à la possession de ces hauteurs, et voulant profiter de l'élan de ses troupes, en même temps que de l'ébranlement des troupes ennemies, donna sur-le-champ aux généraux de division Friant et Morand de marcher immédiatement et rapidement sur les ailes de l'ennemi, en même temps que la division Gudin se dirigerait de front sur le

plateau d'Eckartsberg : à l'instant la charge bat dans chaque régiment, les colonnes d'infanterie française s'élancent (exemple d'action spéciale et de choc), sous une pluie de fer et de plomb, et abordent, en gravissant la hauteur, les nouvelles lignes prussiennes. C'est dans cette circonstance qu'on vit le général Petit, (il était bien grand dans ce moment), marchant à la tête de 5 à 600 hommes d'élite, gravir avec un sang-froid admirable le plateau d'Eckartsberg sous le feu roulant de l'ennemi, l'aborder à la baïonnette avec la plus rare intrépidité. Là, une action terrible de feu et de choc tour à tour s'engage. — Enfin les masses prussiennes, naguère encore si formidables, reculent, et découvrent un terrain inondé de sang, jonché de morts et de mourants. Dans ce combat terrible corps à corps, pour ainsi dire, l'artillerie prussienne est prise et reprise alternativement; elle reste enfin au pouvoir des Français, et l'ennemi écrasé, en fuite, la voit bientôt tournée contre lui-même, et s'unir à la nôtre pour mitrailler ses colonnes brisées et éparses, qui roulent plutôt qu'elles ne fuient des hauteurs qu'elles abandonnent. Il faisait beau voir, en ce moment grandiose, la division Gudin debout sur le plateau, en petit nombre, parce que la mitraille a éclairci ses rangs, et que la plupart de ses braves sont couchés sur ce glorieux champ de bataille; il faisait beau voir, dis-je, ses soldats vainqueurs planant sur ces débris, et protégeant de leur ombre gigantesque,

corps de leurs compagnons morts pour la gloire ! vit, en ce moment, Davoust accourir vers le général Gudin qui était au milieu de ses braves aux ages graves et radieux, lui serrer la main avec otion, et lui exprimer du geste et de la voix toute dmiration que lui inspirait cette action sublime, où ntrépidité des troupes avait été à la hauteur du g-froid et de la capacité des chefs. Un immense de *vive l'Empereur !* éclata dans cet instant, cri gique, qui retrempait alors les âmes pendant le nbat, et les rassérénait après la victoire. (1)

Spéciales : Quand plusieurs corps ou fractions tinctes de la même arme, formés en grandes sses, réunissent leur action sur un point, pour duire un effet décisif. La bataille de Friedland s en offre deux exemples, relatifs l'un à la cavae, l'autre à l'artillerie, comme Auerstadt, nous en ourni surtout de relatifs à l'infanterie.

Les Russes ayant réuni soixante et quelques esrons devant la cavalerie de Grouchy, à la gauche einrichsdorf, firent déborder leur flanc gauche deux mille Cosaques, qui commencèrent à se

(1) V. Bulletin de la Grande-Armée daté de Iéna, le 15 octobre . — *Journal de l'Armée* tome 3, année 1835, page 357 et ntes.

répandre et à voltiger sur ses derrières ; on ne tarda pas ensuite à découvrir dans le lointain une colonne ennemie qui débouchait de Schwonau, dans la direction de Georgeneau. Notre aile gauche était donc tournée en ce moment, et le péril renaissait plus grand que jamais.

Ici l'audace ou la vitesse étaient impuissantes. Grouchy recourut donc à la ruse pour diviser ces forces qui l'eussent accablé. Dans l'espoir d'attirer à sa poursuite la cavalerie ennemie, et de la combattre ainsi séparée de son infanterie, il simula une retraite précipitée. A gauche d'Heinrichsdorf, nos cuirassiers se replièrent au grand trot. Les dragons placés en bataille sur un plateau, en avant du village, en retirèrent leur artillerie qui fut masquée derrière des barricades élevées le matin à la hâte, à la sortie de Friedland. Là, quelques pelotons de dragons, à pied, en reçurent la garde, tandis que le reste de la division évacuait le village et s'établissait en arrière, caché par des haies et des vergers.

La cavalerie russe donna dans le piége : ne voulant pas laisser échapper l'occasion de culbuter nos cuirassiers avant qu'ils eussent reformé leurs lignes, elle accourut de toute la vitesse de ses chevaux, sans tenir compte du désordre que cette course précipitée commençait à mettre en ses rangs. A peine avait-elle dépassé la hauteur d'Heinrichsdorf, qu'au lieu d'une victoire facile sur des cavaliers à la débandade, elle se vit aborder de front par Nan-

souty, qui avait arrêté et reformé ses cuirassiers en bataille. En même temps Grouchy avec ses dragons la prenait en flanc. Ce double choc acheva de la mettre en désordre. Après une sanglante mêlée, elle prit la fuite, et repassant en déroute près d'Heinrichsdorf, y fut saluée par les décharges de l'artillerie que nous y avions laissée.

Mais bientôt reformée, la cavalerie russe revint plus nombreuse. Il fallut recommencer avec de plus grands efforts. Les dragons bataves vinrent de la droite au soutient de notre gauche. Nansouty avec une brigade de cuirassiers chargea l'ennemi en flanc et en queue par la droite d'Heinrichsdorf, tandis que Grouchy, avec ses dragons, les carabiniers et la 2e brigade des cuirassiers, attaquaient de front ce qu'il avait en face et contenait tout ce qui menaçait ses derrières. Enfin *après quinze charges successives*, Nansouty et Grouchy purent se réunir à la gauche d'Heinrichsdorf. Là encore on combattit avec un acharnement nouveau : le cliquetis des sabres et le retentissement des casques et des cuirasses sous leurs coups résonnaient comme la grêle lorsqu'elle tombe à flots pressés sur nos toits. A la surface de cette vaste étendue qu'occupait la mêlée, on voyait de loin des milliers de panaches agités violemment comme la cîme des forêts lorsque les vents furieux y multiplient en sifflant leurs secousses, et font voler au loin leur feuillage arraché. Nous sortîmes enfin victorieux de cette sanglante mêlée, et

Grouchy put reprendre position sur le plateau en avant d'Heinrichsdorf. Toutefois ce ne fut qu'après avoir été joint par les brigades de cavalerie légère des généraux Colbert et Beaumont (1) qu'il parvint à nettoyer la plaine des Cosaques restés sur notre gauche (2) et nos derrières. Deux de leurs escadrons poussés par le colonel Subervic, avec le 10e de chasseurs à cheval furent obligés de se jeter à la rivière.

Un tel résultat exaltait les courages. Il avait nécessité des efforts prodigieux, car le maréchal Lannes, dans son rapport, rend aux cuirassiers de Nansouty, aux dragons de Grouchy et à la brigade Albert des grenadiers d'Oudinot, le glorieux témoignage qu'ils s'étaient maintenus contre des forces triples (3). »

Il fallait bien, en effet, que de telles actions aient

(1) Brigade Colbert : 3e hussards, 10e et 15e chasseurs. — Brigade Beaumont : 2e hussards, 4e et 5e chasseurs. En tout, environ 2,000 chevaux.

(2) Rapport de Grouchy. — On le trouve au t. 23, p. 361, 364 des *Pièces autographes* pour 1806 et 1807, recueillies et mises en ordre par le dépôt de la Guerre en 1838. (*Spectateur militaire* du 15 octobre 1839).

(3) T. 27e, p. 154 des *Pièces autographes* pour 1806 et 1807, au dépôt de la Guerre, (même source).

exalté les têtes et électrisé les cœurs, pour pouvoir expliquer la confiance audacieuse qui s'était emparé de toutes les armes.

Ceux de nos vieux guerriers, acteurs ou témoins (1) de cette grande bataille, qui survivent encore aujourd'hui, se rappellent leur élan de joie et d'admiration à la vue de cette infanterie qui se présentait comme un mur d'airain devant les pas de la garde russe, accourue au secours de la ligne haletante de Bagration, et sous l'effort de laquelle les troupes de Ney commençaient à plier.... Des voix crient que le maréchal Ney a péri qu'on l'a vu tomber. L'aigle de l'un de ses régiments, pour échapper au danger d'être pris, se réfugie à la hâte dans les rangs de Dupont, et tous d'un pas rapide marchent à la vengeance.

Il était temps, car déjà quelques cavaliers russes entraient dans la batterie de Dupont, et l'un des officiers avait son plumet coupé d'un coup de sabre... *Tirez !* crie le capitaine Ricci (devenu maréchal-de-camp) à ses cannoniers. Ses décharges à mitraille et le feu roulant de notre mousqueterie, couvrirent la plaine d'un voile de feu et de fumée,

---

(1) Il en est peu aujourd'hui qui survivent encore ; mais les contemporains s'en souviennent.

à travers lequel on distinguait les blessés russes tombant en foule et se roulant à terre. Plus à droite, les dragons de Latour-Maubourg avec la cavalerie légère s'était élancés rapidement, le sabre à la main, et refoulaient par devant l'ennemi, tandis qu'en arrière de lui, trois à quatre régiments d'infanterie du maréchal Ney, restés fermes aux deux extrémités de la ligne, et formés en carrés comme autant de forteresses, lançaient sur ses flancs tous leurs feux. En peu d'instants la scène fut complétement changée.... » C'est à ce moment que nous allons voir l'artillerie entrer spécialement en action :

L'arme de l'artillerie conserve encore aujourd'hui avec orgueil le souvenir de l'habileté, du sang-froid et de l'énergie avec lesquels Sénarmont dirigea, dans cette circonstance critique, celle du 1er corps. Quand le général arriva sur le terrain où nous venons de voir en action la batterie de la division Dupont et le capitaine Ricci, des sous-officiers mettaient pied à terre et attelaient leurs chevaux aux pièces, afin de remplacer ceux qui était tués ou blessés. » A merveille, dit-il, en remarquant l'adresse et le calme intrépide des canonniers; C'est manœuvrer comme au polygone. — Oui, mon général, répondit le capitaine, mais voyez combien de pièces ont les Russes, à droite et vis-à-vis de nous. — Tenez bon, vous allez avoir du renfort. » Et aussitôt Sénarmont se rend au galop vers le général Victor, qui depuis quelques jours commandait le 1er corps

l'armée, et en obtient l'autorisation de réunir en masse toutes les pièces éparpillées en petites batteries, afin de briser, par une puissante action, la partie la plus importante de la ligne ennemie. Le général Victor, qui sentait comme lui qu'il fallait payer l'audace, l'exhorte à la diligence et à la promptitude : « Vous allez voir, mon général, » lui répondit Sénarmont en remettant et enfonçant sur sa tête son chapeau qu'il tenait à la main, puis il partit comme un trait.

Un instant, quelques généraux de division firent difficulté de se démunir de tous leurs canons; mais il fallut céder. L'injonction leur fut répétée d'une manière impérative. Sénarmont forma deux batteries de quinze pièces chacune, avec six bouches à feu en réserve (1), et ce formidable train d'artillerie, roulant à grand bruit, vint avec toute la vitesse des chevaux déboucher de deux côtés sur le revers opposé du mamelon qui abritait trois divisions du premier corps.

Les Russes, surpris par cette réunion subite, ripostaient en vain avec leurs batteries partielles

(1) *Précis des opérations* du 1er corps, depuis le 5 juin (p. 10 et 11). Le maréchal Maison, alors chef d'état-major de Victor, a travaillé à ce précis.

dispersées sur toute leur ligne ; quelques minutes nous suffisaient pour faire converger sur un point un déluge de mitraille : si c'était une batterie, en peu d'instants ses chevaux se trouvaient abattus ; ses trains fracassés, volaient en éclats, et ses feux affaiblis s'éteignaient ; ainsi furent contrebattues celles qui, de l'autre côté de l'Alle, avaient fait dans nos rangs de si cruels ravages ; puis on plongeait au milieu des troupes russes qui s'amassaient vers le défilé, en avant de Friedland ; enfin, par une troisième direction, en tirant sur un mamelon de l'autre côté du ruisseau, nous prenions d'écharpe leur centre : la destruction était affreuse.

Cette artillerie s'était rapidement portée, pour première position, à 200 toises de l'ennemi. Après cinq ou six salves, elle s'en approcha à 100 toises, et commença un feu roulant qui fut poussé avec la dernière vivacité (1).

Napoléon avait suivi avec la plus vive attention toutes les phases de ce furieux combat, et depuis quelques moments s'était porté auprès du 1er corps. Allait-il précipiter sur l'ennemi les réserves ménagées par sa prudence ? Ici, 15,000 hommes étaient tout prêts, sous sa main, et plus loin, en arrière,

---

(1) *Précis des opérations* du 1er corps, p. 11 déjà cité ci-dessus.

vers le centre, sa garde entière était intacte encore. Dans cette attente, l'état-major l'observait avec un respectueux silence.

Mais Napoléon maintint l'ordre déjà donné, craignant même que Sénarmont ne se compromît, il envoya son aide-de-camp Mouton reconnaître pour quoi il s'aventurait aussi loin. — « Laissez-moi faire « avec mes canonniers, répondit Sénarmont, em- « porté par l'ardeur de l'action, je réponds de tout. » Cependant Victor avait détaché, pour le soutenir de plus près, les quatre régiments de dragons de La Houssaye, qui se rangeaient à sa gauche, et un bataillon de la brigade du général Freyre. Quand Mouton revint, Napoléon avait déjà jugé l'effet de la batterie, et dit en souriant : « Ce sont de mauvaises « têtes. Laissons-les faire. » Puis il continua d'observer.

..... Bientôt il retourna vers le centre, car sa présence y devenait nécessaire... Cependant Sénarmont, afin de précipiter la retraite des Russes, poussa audacieusement ses deux batteries, réunies en une seule, jusqu'à soixante toises de leur front. Leurs pièces étaient égales en nombre aux nôtres, et plusieurs nous prenaient en écharpe ; néanmoins il ordonna de ne plus tirer sur elles : plus de boulets, dès ce moment ; c'est avec la mitraille qu'il plonge au sein des masses ennemies. Elles s'éclaircissaient, déchirées, tombaient, puis se retiraient, remplacées par d'autres qui venaient s'offrir en sa-

crifice avec cette constance héroïque que la discipline a su leur donner. A ce spectacle, on était ému d'horreur et d'admiration tout ensemble !

Leur cavalerie bondissait, frémissait de rage à la vue de cette batterie funeste : enfin, elle s'ébranla pour la charger. Mais aussitôt Sénarmont, faisant changer de front à ses pièces, en dirigea le feu tout entier sur elle. On la vit tourbillonner, puis tomber brisée, broyée par la mitraille : après deux décharges elle disparut ; puis, les deux fronts que nous opposait Bagration se rompirent comme les flancs d'une montagne qui s'affaise et s'abîme sous les déchirements convulsifs d'un tremblement de terre. L'un fut jeté à gauche, dans le ravin du ruisseau ; l'autre, engouffré dans l'avenue d'Eylau, en avant de Friedland.

Durant les trois heures que l'artillerie du 1er corps fut ainsi engagée ; elle tira trois mille six cents coups de canon, dont quatre cents coups à mitraille. » (VICTOR, *Précis.*)

Les principes de guerre qui présidèrent à ces deux actions, sont parfaitement conformes à ceux que Guibert recommandait de suivre, dans sa Défense du système de guerre moderne, ou Réfutation du système de Ménil-Durand, lorsqu'il s'agit d'aborder l'ennemi :

« Sans doute, dit-il, il faut marcher à l'ennemi « sans aucun préliminaire de feu, si l'ennemi est « dans une plaine rase et sans appui ; il faut mar-

« cher à lui si on a éteint le feu de son artillerie par une artillerie supérieure, si on l'a ébranlé par son feu, si on le voit flottant et incertain. — Mais s'il est dans une situation avantageuse; s'il est hérissé d'une artillerie formidable, si sa position réduit nécessairement l'attaque à des points saillants, il faut manœuvrer devant lui; il faut tâcher de le tourner, ou de l'engager à se dégar-« nir dans quelques parties (c'est bien ce que firent « Nansouty et Grouchy); il faut battre par des feux « supérieurs, les feux de ses points de défense; il « ne faut enfin marcher à lui que quand il y a des « probabilités vraisemblables qu'on pourra le join-« dre avec succès : est-on audacieux? A-t-on de « meilleures troupes que l'ennemi? Sent-on, voit-« on aux gens dont on est suivi, cette volonté, cet « élan qui promettent de grands efforts, et qui « présagent la victoire? On peut alors oser davan-« tage, on peut hasarder ce qui paraîtrait et ce qui « serait impossible dans une autre circonstance. » (C'était bien, au moral et au physique, la situation de Sénarmont et de ses artilleurs; et ce fut bien exactement la conduite qu'il tint). « Avec les Fran-« çais, sans doute, plus qu'avec aucune autre na-« tion, il existe de ces moments heureux qu'un « homme de talent peut saisir et qu'il peut même « faire naître, si au talent il joint une certaine « trempe d'âme.... »

Nous avons extrait, par analyse, ces deux épi-

sodes de la bataille de Friedland, des nos d'octobre et de décembre 1839, du *Spectateur militaire*, en contrôlant les faits, les vérifiant et les corroborant dans la collection des *Bulletins de la Grande Armée*, et nous éclairant aussi des relations ou commentaires qu'en ont donné les généraux Jomini et Mathieu Dumas; donc, rien de plus authentique et de plus exact que la description de ces deux actions spéciales, ou d'armes spéciales, selon notre distinction, que nous allons poursuivre jusqu'au bout.

Fragments communiqués par M. le Lieutenant-Colonel en retraite, P. Musset, et extraits du mot *Action* d'un dictionnaire de cavalerie.

OBSERVATIONS

SUR LE PERSONNEL ET LE MATÉRIEL

DE

L'ARTILLERIE

Par BRUSSEL DE BRULARD.



L'artillerie avait pour titre autrefois, celui de *Corps royal*, puis les titres se sont prodigués, et on a dit aux approches de la grande révolution, *corps royal d'artillerie*, *corps royal du génie*, et plus tard par imitation *corps impérial d'artillerie*, *corps impérial du génie*, *corps impérial des ponts et chaussées*.

L'artillerie était conduite par un premier Inspecteur général d'artillerie. Ce premier Inspecteur général prenait le commandement de l'artillerie à l'armée, et l'on vit les Marmont, les les le général Lariboissière, le général Eblé, le général Sorbier, et enfin le général Valée.

La Restauration craignit cette influence si directe

du premier Inspecteur général, sur l'artillerie, on craignit son ombre; et Gascendi n'a pas peu contribué à le faire supprimer par ses gémissements contre le pouvoir du premier Inspecteur général, qui pouvait tout à l'armée, tandis, disait-il, que le ministre ne pouvait rien.

La Restauration créa un conseil de généraux de division et de généraux de brigade, dont on fit un comité sous la présidence d'un lieutenant général.

Une belle pensée paraît avoir porté les idées du Comité vers l'artillerie anglaise, et chacun doit être reconnaissant que la force d'inertie ait baissé pavillon devant cette grande transformation du matériel anglais.

Il fut la conséquence du besoin que les Anglais ont d'embarquer et de débarquer sans cesse leur artillerie. Il leur fallut simplifier le démontage et le remontage du matériel, et aussi son engerbement; on prit pour principe de tout simplifier par calibre et de faire disparaître cette multiplicité de roues. Le Comité envoya en Angleterre un officier à lui (un officier d'ouvriers de l'atelier de précision); qui ne manqua pas de débuter, par apporter le système du matériel anglais. Pour bien expérimenter ce système, on commença par substituer aux deux petits coffrets de l'avant-train, un coffret fixe pareil aux coffrets du caisson : ensuite on supprima les brancards de l'avant-train; puis on fit cette observation : on a accusé la sassoire de faire casser le

timon; mais la sassoire faisait bascule avec le timon et le soutenait.

Après les modifications Marcouf, le timon tombait, et avait besoin d'être soutenu. Le nouveau transformateur chercha un autre moyen, et il trouva les voitures d'huitres à deux roues, soutenant les timons avec des colleroms. Ce moyen eut d'abord l'assentiment des membres du Comité.

Mais ne voulant pas agir en despotes, et désirant, par un sentiment honorable, consulter toute l'artillerie, il fut présenté au ministre un beau et généreux projet, d'appeler toutes les grandes Écoles d'artillerie à se prononcer sur le mode le meilleur pour supporter le timon; pourvu toutefois qu'on ne le supportât par aucun moyen se rattachant au bas du collier.

En Suisse, M. Odéoux, ancien élève de l'École Polytechnique et officier d'artillerie française, rejetté en Suisse quand la Restauration ne voulut être servie que par des Français (1), avait expérimenté

(1) Bajetti qui était attaché au quartier impérial, était le peintre de nos batailles, et avait enrichi nos collections de ses œuvres d'une rare exactitude; elles étaient au dépôt de la guerre chez M. le colonel Muriel. Il s'exprima avec un bien vif regret: que la Restauration ne voulait conserver à son service que des Français. Bajetti se retira en Russie avec son portefeuille, rempli des vues de nos champs de bataille. J'ai possédé une vue de la bataille de la Moskowa dûe à son crayon, sur la marge duquel est un croquis de l'Empereur. Ce morceau était trop précieux pour rester entre mes mains, et j'en fis hommage à M. le général Pelet qui n'avait justement rien de la Moskowa.

chez lui, le moyen de supporter les bouts de timon, et avait trouvé qu'un excellent moyen était un bâton de 1^m 30 de longueur qui passerait sous le timon et serait attaché par chaque extrémité au bas du collier; le milieu de ce bâton était armé d'une poignée qui avait un anneau ouvert, maintenu environ par son milieu au bout du timon. Nous savions tous les bons et excellents résultats du support par les colliers, mais nous ne pouvions l'expérimenter sans ordre.

J'ai fait, comme Président de la commission de l'École de Strasbourg, trois voyages, chacun avec trois sections : une section anglaise, et deux sections avec des colleroms modifiés différemment.

Nous avons franchi les chemins les plus impraticables possibles, pour tout autre matériel.

Cette enquête faite si largement par des commissions de toutes les grandes Écoles d'artillerie de France, ont reçu, au ministère, les avis recueillis en très-peu de temps; on fit partir une dernière batterie d'expérience, composée d'une section formée par la garde royale, qui offrait justement les antennes que nous voyons au bout du timon pour le soutenir par le bas des colliers des chevaux. Système si énergiquement interdit aux commissions, qui le regardaient cependant comme le seul convenable.

Un président de commission auquel je confiai mon embarras de voir exclu le support par le bas des colliers, le seul bon procédé, me répondit : qu'il

en avait trouvé un qui certes triompherait de toutes les exigences; c'était de *suspendre le bout du timon aux oreilles des chevaux*; j'ai cru ne devoir me dispenser de citer cette solution ironique.

Un officier supérieur de la garde royale qui n'était rien moins que d'un caractère à accepter sans examen, fut chargé de cette dernière batterie d'expérience; il se garda bien d'adopter le procédé suisse, et donna son assentiment à celui du support par le bât des colliers, où on ne se sert que des antennes.

Ce n'est plus, désormais, que par l'usage à la guerre que l'on pourra décider cette question.

Voilà à quoi servirait un premier inspecteur général d'artillerie : il chercherait la vérité en donnant gain de cause au moyen le meilleur.

Quant aux timons, eux-mêmes, je n'en ai pas encore dit mot : remontons d'abord à ce qui s'est passé sous nos yeux, aux temps des émeutes dans Paris, et on verra que chaque fois que l'artillerie avait à agir dans la ville, il fallait faire souvent des demi-tours; alors grande consommation de timons.

Que l'on consulte l'École d'artillerie de Vincennes, et on trouvera dans les manœuvres, une consommation fabuleuse de timons : et cependant les chevaux de devant ne sont plus attelés sur une volée, ils sont attelés aux chevaux eux-mêmes; mais la roue de l'avant-train étant de même diamètre que celles de l'affût ou du caisson etc., vient, dans les

demi-tours, presser sur la flèche de l'arrière-train, et la pression des chevaux de devant, fait rompre le timon. Les Anglais, avec leurs brancards, éprouvent une difficulté sensible dans un mouvement brusque ; alors la roue du coffret ne peut aller presser la flèche ; et dès-lors les brancards qui attèlent le cheval du milieu se supportent par l'attelage, et on n'éprouve plus d'embarras pour soutenir l'avant-train ; et de plus, en pays de montagnes, on trouve tout naturellement le système des brancards, si essentiels dans les chemins creux et autres des pays montagneux.

On a donc rejeté du matériel anglais, son principal avantage.

J'étais loin de le prévoir : au premier examen de cette artillerie anglaise, je m'étais franchement réjoui. L'adoption de ce système, qui nous ôtait la sassoire de Gribeauval ; le timon qui en était la conséquence, les roues sans nombre, très-embarrassantes dans les rechanges, entre obusiers et canons ; caissons et coffrets et toute cette simplification que les Anglais avaient trouvée dans le désir, non de faire un matériel nouveau, mais pour pouvoir plus commodément démonter et remonter leur matériel en embarquant ou en débarquant.

On ne s'attendait pas que l'artillerie à pied, par l'adoption de ce nouveau matériel, aurait la prétention d'égaler l'artillerie à cheval : en montant sur son matériel, au besoin, elle devenait susceptible,

dans un trajet d'une rapidité essentielle, de transporter les canonniers d'artillerie à pied, sur leur matériel, et d'arriver sans fatigue sur le point où leur présence était urgente; mais tout devient en France la proie de l'esprit de système, et l'artillerie à pied s'est crue appelée à pouvoir toujours faire monter son personnel de manœuvre sur les voitures, et, même, l'engouement a été jusqu'à défiler comme cela.

Les officiers d'artillerie à pied étant devenus plus manœuvriers y gagnèrent de se tenir mieux à cheval! Les sous-officiers furent montés et c'est cette partie si essentielle du corps de l'artillerie qui a le plus gagné dans l'artillerie à pied, lors de la nouvelle organisation.

On a cherché à renverser l'artillerie à cheval en fondant des batteries à cheval isolées dans les régiments d'artillerie à pied ; mais enfin le retour du gouvernement impérial, a fait justice de toutes ces petitesses; et rendu à l'artillerie à cheval son existence.



Mais, par une de ces bizareries qu'on ne peut s'expliquer, on a mis l'artillerie à cheval sous les n° 14, 15, 16 et 17 au lieu de faire un corps d'artillerie à pied de 13 régiments montés, et un corps d'artillerie à cheval de 4 régiments.

Actuellement, comment désignera-t-on les fuséens? Il est probable qu'on en fera les fuséens de la garde impériale, qui seront sous la direction immé-

diate de l'Empereur; et voilà encore un corps qui sera jalousé et par l'artillerie à pied et par l'artillerie à cheval, comme si chacun de ces corps n'avait pas sa spécialité à lui.

Le rétablissement d'un premier Inspecteur général qui a toujours existé sous le gouvernement impérial, veillera à toutes les prétentions de l'artillerie, matériel et personnel, enfin à tout ce que réclame l'état de la guerre, si essentiel pour distinguer ce qu'il y a de bon parmi les changements faits pendant la paix.

Le personnel parait très-heureusement modifié, sauf les numéros des régiments; quant au matériel, il y a beaucoup à observer dans les mouvements exigés par la guerre.

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE

FORTIFICATION.

A l'usage des sous-officiers de l'armée.

Par TH. PARMENTIER,
Ancien élève de l'École polytechnique, Capitaine du Génie.

INTRODUCTION.

1. La *fortification* a pour but de disposer un terrain qu'on a intérêt à défendre, de manière à mettre une troupe faible en état de résister avec avantage à une troupe plus forte. Les éléments qu'elle met en œuvre sont : les *obstacles naturels* tels que les bois, les escarpements, les cours d'eau etc., et les *obstacles artificiels* construits par les défenseurs, tels que les murs, les remparts, les parapets, les fossés, les abatis d'arbres, les trous de loup, etc.

2. La fortification se divise en deux grandes branches : la fortification *permanente* et la fortification *passagère* ou *de campagne*.

3. La fortification permanente a pour objet de

mettre les villes d'une frontière à l'abri d'une attaque soudaine, et de donner à un petit corps d'armée la possibilité de résister au premier choc d'une invasion, ou de lui offrir un asile en cas de défaite.

La construction des *villes* ou *places fortes*, *forteresses*, *citadelles*, *forts*, etc., exige beaucoup de temps, de matériaux et de dépenses, et ces ouvrages doivent être élevés à l'avance pendant le temps de paix.

4. La fortification passagère est celle que l'on développe dans le courant d'une campagne. Elle consiste en ouvrages élevés à la hâte, par de simples mouvements de terre, et destinés à être abandonnés, dès qu'on n'en a plus besoin.

Une armée *défensive* ne peut pas se passer du secours de la fortification de campagne qui, seule, peut rétablir l'équilibre entre les forces d'un petit nombre et la puissance de l'armée offensive ordinairement bien supérieure. Une armée *offensive* a aussi besoin de ce secours, car elle a souvent intérêt à conserver une position, à défendre un passage, à garder un défilé ou à préparer un terrain qui doit devenir le théâtre d'une action décisive, de manière à se ménager des points d'appui et, en cas de retraite, une protection sûre et puissante. La fortification

passagère est donc un auxiliaire indispensable à toute armée en campagne.

5. Nous nous occuperons particulièrement, dans ce cours, de la fortification passagère dont tout militaire instruit doit posséder au moins les principes généraux, et nous le terminerons par quelques notions élémentaires et succinctes de fortification permanente, science qui entre dans les attributions spéciales du corps du génie.


STANFORD LIBRARIES

la distance de ces points à un plan horizontal fictif, passant à une hauteur arbitraire *au-dessus* de la fortification, et appelé *plan général de comparaison*. Ce lan est nécessairement censé coté $0^m,00$, et les cotes, omptées de *haut en bas*, augmentent à mesure qu'on 'n éloigne ; cela revient à dire que plus un point haut plus sa cote est faible, ou, que les plus forcotes correspondent aux points les plus bas. On que les cotes de la fortification diffèrent essenement des *altitudes* ou hauteurs au-dessus du au de la mer, dont on se sert en géographie et l'administration des ponts et chaussées, ou des s de hauteur de la topographie, également compde *bas en haut*, à partir d'un plan de comparaiarbitraire et inférieur à tout le terrain que l'on représenter.

oute ligne droite qui porte la même cote à ses ix extrémités est nécessairement horizontale.

PROFIL DES OUVRAGES DE CAMPAGNE.

---

9. On ne peut ni élever les terres, ni les excaver verticalement. Il s'en suit que le parapet et le fossé sont toujours soutenus par des *talus* plus ou moins raides. La forme générale d'une masse couvrante est donc celle que représente le profil de la fig. 1.

AB est le terrain naturel;

CB, l'intérieur de l'ouvrage où les hommes sont à couvert des feux de l'ennemi;

AJ, le terrain extérieur d'où peuvent venir les coups dangereux;

CDEF, la masse couvrante en remblai;

GHIJ, le fossé qui, par son déblai, a fourni les terres nécessaires pour élever la masse couvrante;

GF, la *berme*, destinée à empêcher les terres du

remblai de s'ébouler dans le fossé, sous l'action des pluies ou des feux de l'ennemi.

Pour que les hommes soient à couvert derrière le parapet, il faut que la hauteur du remblai au-dessus du sol, ou ce qu'on appelle le *relief* de l'ouvrage, soit d'au moins 2 mètres. Mais alors les défenseurs qui ne sont pas vus de l'extérieur ne pourraient pas non plus voir le terrain environnant, et seraient réduits à un rôle complétement passif. Pour éviter cet inconvénient on modifie le profil de la fig. 1, en élevant derrière la masse couvrante une *banquette* ED, (fig. 3.),à une hauteur telle qu'un homme placé dessus, puisse tirer par dessus le parapet, ce qui oblige en même temps d'incliner le sommet FG de ce parapet, pour faire *plonger* les coups tirés de la banquette, qui, sans cela, passeraient horizontalement à au moins 2 mètres au-dessus du terrain.

Une simple masse couvrante qui ne jouit pas de propriétés défensives, comme celle qui se trouve représentée dans la fig. 1, est plus particulièrement appelée *épaulement*, tandis qu'on réserve ordinairement le nom de *parapet* à une masse couvrante munie d'une banquette défensive, comme celle que nous allons décrire plus en détail.

10. Soit V (fig. 2) un ouvrage de fortification. La ligne *ab* représente le plan vertical suivant lequel a été faite la coupe de la fig. 3. Dans cette coupe :

AB est le terrain naturel ;

AN, le terrain extérieur;

CB, l'espace intérieur appelé *terre-plein**;

CDEFGH, le parapet avec sa banquette;

HI, la berme;

IJKL, le fossé;

LMN, le *glacis de revers* ou seulement *glacis*. Ce petit remblai a pour but de forcer l'ennemi à marcher sous le feu de l'ouvrage, et d'empêcher que les coups tirés par dessus le parapet ne passent au-dessus de la tête des assaillants. Ce glacis n'est pas nécessaire quand le prolongement de la ligne FG, suivant laquelle le tir est dirigé, ne passe pas à plus d'un mètre au-dessus du bord extérieur L du fossé.

Voici maintenant la nomenclature des différentes parties dont se composent le parapet et le fossé:

Le plan CD s'appelle le *talus de banquette*;

—	DE	—	la *banquette*;
—	EF	—	le *talus intérieur*;
—	FG	—	la *plongée*;
—	GH	—	le *talus extérieur*;
—	IJ	—	le talus d'escarpe ou l'*escarpe*;
—	JK	—	le fond du fossé;
—	KL	—	le talus de contrescarpe, ou la *contrescarpe*;
—	MN	—	le plan du glacis.

Le sommet F du talus intérieur, ou la ligne F' F''

* Et non *terre-plain*, comme on écrit quelquefois à tort.

du plan, s'appelle *crête intérieure* ou *ligne de feu*; on a l'habitude de la marquer sur les plans par un trait plus gros que les autres. Le sommet G du talus extérieur, ou la ligne G' G" du plan, s'appelle *crête extérieure*. La ligne M' M" est la crête du glacis.

Lorsque l'on parle simplement de la *crête* d'un ouvrage, c'est toujours de sa crête *intérieure* qu'il est question.

ED ou *ed* est la *largeur*, et D*d* la *hauteur* de la banquette; D*d*, la *hauteur* et *d*C la *base* du talus de banquette; *gf* l'*épaisseur* et F*f* la *hauteur* du parapet; IL la *largeur supérieure*, JK la *largeur inférieure*, et *j*J la *profondeur* du fossé. La hauteur F*f* de la crête intérieure au-dessus du terrain est le *relief* de l'ouvrage.

On appelle *commandement* d'un ouvrage, la hauteur de sa crête au-dessus du terrain naturel ou des remblais qui précèdent le parapet, et le commandement d'un point sur un autre est la différence de niveau de ces deux points. Ainsi, F*f* est le commandement de l'ouvrage sur le terrain naturel; F*f*-M*m* ou *p*M est le commandement de l'ouvrage sur le glacis, ou encore le commandement de la crête intérieure sur celle du glacis.

11. Le relief d'un retranchement, ainsi que nous l'avons déjà dit, ne peut être moindre que de 2 mètres. Il doit être de 2^{m},50 au moins, si l'ouvrage doit renfermer de la cavalerie ou s'il peut être approché par des cavaliers. On admet pour limite supérieure du relief

la hauteur de 4 mètres, à cause des grandes difficultés d'exécution que présentent les remblais d'une hauteur exagérée. Quand le fossé est précédé d'un glacis, le commandement de l'ouvrage sur ce glacis doit être d'au moins 1m, 50, afin que les défenseurs placés sur le terre-plein ne soient pas exposés aux coups plongeants de l'ennemi, arrivé sur la crête du glacis.

12. L'épaisseur à donner au parapet dépend de la nature de la terre et du genre de feux auxquels l'ouvrage est exposé. L'expérience a montré que les balles peuvent pénétrer dans la terre jusqu'à 0m, 25 ou 0m, 30; les boulets de 8, jusqu'à environ 2m, 00; ceux de 12, jusqu'à 2m, 60 ou 3m, 00; et les boulets de gros calibre, jusqu'à 3m. 50 ou 4m, 00. On donne ordinairement au parapet une épaisseur égale à une fois et demie la pénétration des projectiles auxquels il doit résister. L'épaisseur de 6 mètres suffit donc pour résister aux projectiles des plus gros calibres. Dans les cas ordinaires des ouvrages de campagne, l'épaisseur du parapet est comprise entre 2 et 4 mètres. On lui donne rarement moins de 2 mètres, même lorsque l'ouvrage n'a à craindre que des feux de mousqueterie, parce que la pluie dégrade rapidement les remblais d'une trop faible épaisseur, et aussi, parce qu'il importe que le fossé ne soit pas réduit à de trop petites dimensions.

13. La plongée ne doit pas avoir une trop forte inclinaison, afin que l'angle EFG (fig. 3) ne devienne pas aigu, car alors les boulets *écrêteraient* trop facile-

ment le parapet. On donne ordinairement à la plongée une pente de $\frac{1}{6}$ de l'épaisseur du parapet, mais on peut raidir cette pente jusqu'à $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{4}$. Si, avec cette inclinaison, le prolongement de la plongée passait encore à plus d'un mètre au-dessus du sommet de la contrescarpe il faudrait, de toute nécessité, recourir à un glacis.

14. La banquette doit se trouver à $1^{m},30$ au-dessous de la crête intérieure, afin que les hommes de toute taille puissent tirer par-dessus le parapet. Sa largeur doit être de $0^{m},60$ à $0^{m},80$, lorsqu'elle ne doit porter qu'un rang de tirailleurs, et de $1^{m},20$ quand la défense doit se faire sur deux rangs.

15. L'objet de la berme est de diminuer la pression de la masse du remblai sur l'escarpe, et d'empêcher les terres qui s'éboulent de tomber dans le fossé. Mais la berme a le grave inconvénient de faciliter l'escalade de l'ouvrage. C'est pourquoi on réduit le plus possible sa largeur, qui doit être comprise entre $0^{m},30$ et $0^{m},60$. Quand les terres du parapet sont très-consistantes, on supprime quelquefois tout à fait la berme, après la construction de l'ouvrage, en recoupant le talus de l'escarpe.

16. L'inclinaison des talus qui soutiennent le remblai et le déblai, dépend de la nature de la terre et de diverses autres considérations.

On distingue ordinairement trois espèces de terres : les terres *fortes* (terre glaise, terrain argileux mêlé de terre végétale), les terres *moyennes* (terrain ordinaire,

terre végétale ne renfermant que peu de sable) et les terres *légères* (sable, ou terre mêlée d'une grande quantité de sable).

On nomme *talus naturel* de la terre, le talus suivant lequel la terre se soutient lorsqu'elle est fraîchement remuée. Ce talus est de 3 de hauteur sur 2 de base, ou à $\frac{3}{2}$, pour les terres fortes; à 1 de hauteur sur 1 de base, ou à $\frac{1}{1}$, ou encore à 45° (45 *degrés*), pour les terres moyennes; et à 2 de hauteur sur 3 de base, ou à $\frac{2}{3}$, pour les terres légères (Voyez fig. 4) *.

Dans les terres fortes ou moyennes, on peut tailler des talus plus raides que le talus naturel. Mais, dans un remblai, chaque fois que l'on voudra avoir un talus plus raide que le talus naturel, il faudra soutenir la terre par un moyen artificiel et *revêtir* le talus. Les

* Lorsque nous exprimerons l'inclinaison d'un talus par une fraction, le numérateur représentera *toujours* la *hauteur*, et le dénominateur la *base* du talus. Nous croyons pourtant devoir prévenir que cette notation n'est pas universellement admise, et que beaucoup d'officiers ont l'habitude de n'indiquer les talus que par des fractions *proprement dites*, en prenant pour numérateur le *plus petit* des deux nombres qui expriment la hauteur et la base du talus. Mais il est clair que, de cette manière, on peut confondre des talus fort différents et qu'il n'est pas rationnel d'appeler indifféremment *talus à* $\frac{2}{3}$ le talus naturel des terres fortes (à $\frac{3}{2}$) et celui des terres légères (à $\frac{2}{3}$), ou bien *talus* à $\frac{1}{6}$ un talus tel qu'une plongée (à 1 de hauteur sur 6 de base ou à $\frac{1}{6}$) et un talus tel qu'une escarpe en maçonnerie (à 6 de hauteur sur 1 de base ou à $\frac{6}{1}$). La notation uniforme que nous adoptons évite seule toute confusion.

revêtements les plus ordinaires sont ceux en gazon (voy. nos 84 à 89).

17. Le talus de banquette doit être doux afin qu'on puisse monter sur la banquette sans le secours de gradins. On lui donne, en général, 1 de hauteur sur 2 de base. Dans la figure 3 on a C*d* = 2. D*d*.

Le talus intérieur doit au contraire être très-raide pour que les hommes puissent approcher le plus possible de la crête. Ce talus est à $\frac{3}{1}$ (F*n* = 3. E*n*) et doit toujours être revêtu. Comme sa hauteur est toujours égale à 1m,30 (n° 14), sa base est toujours égale à $\frac{1}{3}$ de 1m,30 ou à 0m,43.

Le talus extérieur présente d'autant plus de difficultés à l'escalade, qu'il est plus raide; mais un revêtement serait promptement détruit par les projectiles auxquels ce talus est directement exposé, et alors les terres s'ébouleraient dans le fossé. C'est pourquoi on tient le talus extérieur suivant le talus naturel des terres, c'est-à-dire à 45° ($\frac{1}{1}$) pour les terres ordinaires.

Le talus d'escarpe étant taillé dans des terres rassises, on peut le tenir un peu plus raide que le talus naturel. On prend ordinairement sa base égale aux $\frac{2}{3}$ de celle qu'aurait le talus naturel. Par exemple, dans les terres moyennes, le talus naturel étant à 1 de hauteur sur 1 de base, l'escarpe sera inclinée à 1 de hauteur sur $\frac{2}{3}$ de base ou à $\frac{3}{2}$ (car $\frac{1}{\frac{2}{3}} = \frac{3}{2}$) Le talus de contrescarpe n'étant pas du tout exposé aux projectiles et ne supportant que la charge insi

gnifiante du glacis, on peut le tenir plus raide encore que celui de l'escarpe. On donne ordinairement à sa base la moitié de celle qu'aurait le talus naturel. Dans le cas des terres moyennes, ce talus est donc à 1 de hauteur, sur $\frac{1}{2}$ de base, ou à $\frac{2}{1}$ (car $\frac{1}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{1}$)

18. Il nous reste à déterminer les dimensions que doit avoir le fossé. Pour que ce fossé soit un véritable obstacle, sa profondeur doit être d'au moins 2 mètres, et l'on doit éviter, pour la même raison, de donner moins de $4^m,00$ à sa largeur supérieure. D'un autre côté, les difficultés de construction ont fait admettre une profondeur de $4^m,00$ comme un maximum.

Entre ces limites, les dimensions d'un fossé se déterminent par la condition d'en tirer les terres nécessaires au remblai du parapet. Il suffit, pour cela, en faisant abstraction du remblai du glacis, que la surface IJKL (fig. 3) du fossé, soit égale à la surface CDEFGH du parapet. On fixe d'avance les dimensions du parapet, et il est alors facile de calculer sa surface totale que nous représenterons par S et qui devra aussi être celle du fossé. Or, le fossé étant un trapèze, sa surface est égale à sa hauteur multipliée par sa largeur moyenne; on a donc

$$S = h \times l\ *.$$

* Nous rappelons au lecteur que le signe $=$ veut dire *est égal à*; $+$, signe d'addition, s'énonce *plus*; $-$, signe de soustraction, s'énonce *moins*; et $\times$, signe de multiplication, veut dire *multiplié par*; $\frac{S}{h}$, que l'on énonce S *sur h*, veut dire S *divisé par h*.

On se donne arbitrairement la profondeur h entre 2 et 4 mètres, et on calcule la largeur moyenne par la formule précédente. En divisant ses deux membres par h, on voit que $\frac{S}{h} = l$, c'est-à-dire que *la largeur moyenne est égale à la surface du profil du fossé* (surface connue, puisqu'elle est égale à celle du profil du parapet) *divisée par la hauteur du fossé.*

Quand on a ainsi trouvé la largeur moyenne du fossé, on en déduit sans peine la largeur supérieure et la largeur inférieure. En effet, on voit (fig. 5) que rs étant la largeur moyenne, c'est-à-dire mesurée au milieu de la hauteur du fossé, la largeur supérieure est

$$\mathrm{LI} = l'i' = rs + rl' + si'.$$

Mais à cause des triangles semblables $\mathrm{L}l\mathrm{K}$, $\mathrm{L}l'r$, dans lesquels $\mathrm{L}l'$ est la moitié de $\mathrm{L}l$, on a aussi $rl' = \frac{1}{2}\,\mathrm{K}l$; on a de même $si' = \frac{1}{2}\,\mathrm{J}i$. On peut donc écrire

$$\mathrm{LI} = rs + \tfrac{1}{2}\,\mathrm{K}l + \tfrac{1}{2}\,\mathrm{J}i,$$

ou, en désignant comme ci-dessus la largeur moyenne par l

$$\mathrm{LI} = l + \tfrac{1}{2}\,\mathrm{K}l + \tfrac{1}{2}\,\mathrm{J}i,$$

ou encore

$$\mathrm{LI} = l + \tfrac{1}{2}\,(\mathrm{K}l + \mathrm{J}i)$$

(car, au lieu d'ajouter successivement à une quantité les moitiés de deux autres quantités, il revient au même d'ajouter de suite leur demi-somme).

La formule précédente montre qu'*on obtient la largeur supérieure du fossé, en ajoutant à sa largeur moenne la demi-somme des bases de ses deux talus.*

Quant à la largeur inférieure, on a

$$KJ = kj' = rs - rk' - sj'$$

Mais il est facile de voir que rk' est la moitié de Lk ou de lK, et que sj' est la moitié de jI ou de Ji; l'égalité précédente revient donc à

$$KJ = rs - \frac{1}{2} Kl - \frac{1}{2} Ji$$

ou bien à

$$KJ = l - \frac{1}{2} (Kl + Ji)$$

(car, au lieu de retrancher successivement d'une quantité les moitiés de deux autres quantités, il revient au même de retrancher de suite leur demi-somme). Donc enfin, *la largeur inférieure du fossé s'obtient en retranchant de la largeur moyenne la demi-somme des bases de ses deux talus.*

19. Appliquons ces calculs à un exemple.

Soit CDEFGH (fig. 3) le profil du parapet d'un ouvrage à construire. Il s'agit de calculer les dimensions à donner au fossé pour se procurer les terres nécessaires au remblai.

Nous supposerons les terres *moyennes* et leur talus naturel à 45° ou $\frac{1}{1}$. Nous supposerons, de plus, le relief de la crête de $2^m,50$, l'épaisseur du parapet de $3^m,00$ et l'inclinaison de la plongée celle de $\frac{1}{6}$.

La hauteur nF du talus intérieur étant toujours égale à $1^m,30$ (n° 14), la hauteur Ee de la banquette au-dessus du sol sera de $2^m,50-1^m,30$, ou de $1^m,20$. La hauteur Gg de la crête extérieure est égale à $Ff-Ff'$; mais $Ff'=\frac{1}{6} Gf'$, donc $Gg = 2^m,50 - \frac{1}{6}. 3^m,00 = 2^m,50 - 0^m,50 = 2^m,00$. Le talus extérieur étant à $\frac{1}{1}$ (n° 17), sa base Hg, égale à sa hauteur, aura aussi $2^m,00$ de

longueur. La base nE du talus intérieur est de $0^m,43$ (n° 17). La largeur ed de la banquette, supposée pour deux rangs de tirailleurs, est de $1^m,20$ (n° 14). Le talus de banquette étant incliné à $\frac{1}{2}$ (n° 17), sa base dC est égale à 2 fois sa hauteur dD, c'est-à-dire à $2^m,40$.

Toutes ces dimensions ainsi arrêtées, calculons la surface totale du profil. Cette surface peut être décomposée de la manière suivante, en trois trapèzes et un triangle :

$$S = CDEe + eEFf + fFGg + GgH.$$

La surface de chaque trapèze s'obtient en faisant le produit de la demi-somme de ses bases par sa hauteur, et celle du triangle est égale au produit de sa base par la moitié de sa hauteur. On a donc successivement :

$$CDEe = \tfrac{1}{2}\,(ED + eC) \times Dd = \tfrac{1}{2}\,(1^m,20 + 3^m,60) \times 1^m,20 = 2^m,40 \times 1^m,20 = 2^{mc},88$$

$$eEFf = \tfrac{1}{2}\,(Ee + Ff) \times fe = \tfrac{1}{2}\,(1^m,20 + 2^m,50) \times 0^m,43 = 1^m,85 \times 0^m,43 = 0^{mc},80$$

$$fFGg = \tfrac{1}{2}\,(Ff + Gg) \times fg = \tfrac{1}{2}\,(2^m,50 + 2^m,00) \times 3^m,00 = 2^m,25 \times 3^m,00 = 6^{mc},75$$

$$GgH = Hg \times \tfrac{1}{2}\,Gg = 2^m,00 \times 1^m,00 = 2^{mc},00$$

$$\text{Total. . . . . } S = 12^{mc},43.^{*}$$

* Dans la pratique, on peut se contenter, à la rigueur, de calculer S d'une manière approximative *en multipliant la hauteur du pa-*

Cette surface doit être en même temps celle du fossé, et l'on doit avoir

$$12^{mc},43 = h \times l$$

Supposons arbitrairement la profondeur du fossé égale à $3^m,00$. Nous aurons, pour calculer l

$$12^{mc},43 = 3^m,00 \times l$$

ou, en divisant chaque membre de cette égalité par 3,00

$$\frac{12,43}{3,00} = l,$$

ou enfin

$$l = 4^m,14.$$

Telle est la largeur moyenne du fossé.

Pour avoir la largeur supérieure et la largeur inférieure, il faut d'abord connaître les bases des talus du fossé. Le talus de l'escarpe est à $\frac{1}{2}$ (n° 17); sa hauteur étant précisément égale à $3^m,00$, il est clair que sa

rapet par la somme de l'épaisseur du parapet et de la base du talus extérieur. Dans notre exemple ce procédé expéditif nous eût donné :

$$S = 2^m,50 \times 5^m,00 = 12^{mc},50$$

ce qui est sensiblement égal à $12^{mc},43$, valeur exacte de S.

Cette méthode abrégée est surtout applicable dans le cas des terres moyennes Dans le cas des terres légères, la base du talus extérieur étant très-grande, on arrive souvent à un résultat trop fort, et dans le cas des terres fortes, le résultat est au contraire souvent trop faible.

base Ji est de $2^m,00$ *. Le talus de contrescarpe est à $\frac{2}{1}$ (n° 17) ; sa base égale à la moitié de sa hauteur est donc de $1^m,50$. Cela posé, la largeur supérieure du fossé est, d'après la formule du n° 18

$4^m,14 + \frac{1}{2}(2^m,00+1^m,50) = 4^m,14+1^m,75 = 5^m,89$;

et la largeur inférieure

$4^m,14 - \frac{1}{2}(2^m,00+1^m,50) = 4^m,14 - 1^m,75 = 2^m,39$.

Si la largeur supérieure ainsi obtenue était moindre que 4 mètres, il faudrait diminuer la profondeur du fossé et la supposer de $2^m,50$ ou même de $2^m,00$. Dans le cas où, avec cette profondeur minimum de $2^m,00$ (n° 18), on arriverait encore à une largeur supérieure plus petite que $4^m,00$, on admettrait alors un fossé de 2 mètres de profondeur et 4 mètres de largeur, et on masserait l'excédant des terres en avant de la contrescarpe, en forme de glacis, en ayant soin de conserver à la crête intérieure un commandement d'au moins $1^m,50$ sur ce glacis.

20. Lorsqu'on a calculé les dimensions d'un fossé, il reste une précaution indispensable à prendre : c'est

* Si la hauteur avait été, par exemple, de $2^m,95$, on aurait calculé la base au moyen de la proportion :

$$3 : 2 :: 2^m,95 : x$$

d'où $x = 2^m,95 \times \frac{2}{3}$, ce qui montre que, lorsqu'on connaît la hauteur d'un talus à $\frac{3}{2}$, on obtient sa base en multipliant cette hauteur par $\frac{2}{3}$. Ou en général que, pour avoir la base d'un talus dont on connaît la hauteur, il faut multiplier cette hauteur par la *fraction* qui représente l'inclinaison du talus *renversée*.

de voir si le prolongement de la plongée ne passe pas à plus de $1^m,00$ au-dessus du bord de la contrescarpe, c'est-à-dire si Lo (fig. 3) n'est pas plus grand que $1^m,00$. Cela peut se voir au moyen d'une figure tracée avec soin à l'échelle. Mais on peut aussi calculer exactement Lo. En effet, les deux triangles semblables FfN, oLN donnent la proportion

$$fN : LN :: Ff : oL;$$

mais la plongée étant inclinée à $\frac{1}{6}$, on a

$$fN = 6 \text{ fois } fF = 6 \text{ fois } 2^m,50 = 15^m,00;$$

La longueur LN est égale à $fN - fL$; or $fN = 15^m,00$, et $fL = fg + gH + HI + IL = 11^m,39$. Donc

$$LN = 15^m,00 - 11^m,39 = 3^m,61.$$

En mettant ces valeurs dans la proportion précédente elle devient :

$$15^m,00 : 3^m,61 :: 2^m,50 : oL$$

d'où

$$oL = \frac{3,61 \times 2,50}{15,00} = 0^m,60.$$

Si cette hauteur oL avait été plus grande que $1^m,00$, il aurait fallu approfondir ou élargir le fossé de manière à obtenir assez de terres pour élever le glacis jusqu'à moins de 1 mètre en contrebas du prolongement de la plongée.

21. Le calcul de *l'équilibre des déblais et des remblais*, tel que nous venons de l'exposer, suffit presque toujours dans la pratique, et l'on peut se dispenser de tenir compte du foisonnement des terres. On appelle

foisonnement cette propriété qu'ont les terres d'occuper un plus grand volume quand elles viennent d'être remuées, propriété qui fait qu'on ne pourrait les faire rentrer toutes dans l'excavation d'où elles sont tirées. Le foisonnement est d'autant plus grand que la terre est plus forte ; c'est pourquoi on fera bien, dans le cas de terres très-fortes, de diminuer un peu la largeur du fossé, calculée comme on l'a dit plus haut, sauf à approfondir le fossé si l'on manquait de terres pour achever le parapet. Un peu de terre en excès peut d'ailleurs toujours être répandue sur le glacis.

TRACÉ DES OUVRAGES DE CAMPAGNE.

22. Les retranchements présentent des parties alternativement saillantes et rentrantes. Les angles saillants sont, en général, les parties les plus attaquables. Outre ce défaut, ils en présentent un autre fort grave, c'est de laisser en avant d'eux un espace que ne peuvent atteindre les feux des défenseurs. En effet, le soldat tire toujours à peu près perpendiculairement à la direction du parapet et l'on ne doit jamais compter sur les feux obliques à cette direction. D'après cela, on voit à l'inspection de la figure 6, dans laquelle AB et BC représentent les crêtes des parapets d'un ouvrage, que les feux de ces crêtes ne battent que les portions *a*AB*b*, *b'*B C*c* du terrain environnant, et que l'ouvrage n'a aucune action sur tout le terrain com-

pris dans l'angle *bBb'*. Cet angle situé en avant de tout angle saillant, se nomme *secteur dégarni de feux,* ou *secteur privé de feux.* Il est facile de voir que plus un angle saillant est petit, plus le secteur privé de feux est grand. On doit donc, en général, éviter les angles saillants aigus. D'ailleurs ces angles résistent mal au canon, et l'espace intérieur diminue en même temps que l'angle saillant. Pour toutes ces raisons, on admet généralement l'angle de 60° comme la limite inférieure des angles saillants dont on peut faire usage dans les dispositions de la fortification. Le secteur privé de feux est alors un angle de 120° (fig. 6.)

23. Outre le secteur privé de feux, il existe, en avant de tout retranchement en ligne droite ou de tout ouvrage qui ne présente que des angles saillants, comme celui de la fig. 6, un autre espace qui reste nécessairement sans défense. En effet, les défenseurs ne peuvent tirer plus bas que suivant le prolongement du plan de la plongée. Tout l'espace GHIJKLM ou G'G"M'M" (fig. 3) présente donc à l'ennemi un couvert où il est à l'abri de tout danger; cet espace qui règne tout le long du parapet, se nomme *angle mort.* Lorsque, dans la construction d'un ouvrage, on a eu soin de se conformer à la recommandation du n° 20, l'angle mort se réduit au fossé, à la berme et à une partie du talus extérieur.

24. On remédie à l'inconvénient des secteurs privés de feu et des angles morts, au moyen de *lignes flanquantes* ou *flancs,* c'est-à-dire de parapets en retour,

formant avec les premiers des angles rentrants(fig. 7). Cette disposition permet aux défenseurs de chaque face, de voir le fossé de la face adjacente. Le flanquement doit se faire à angle droit ou sous un angle légérement obtus (100 à 110°). Si l'angle était trop obtus, comme par exemple l'angle BCD (fig. 8) le flanquement serait incomplet. Si, au contraire, il était aigu, comme l'angle EAB, les défenseurs du flanc EA en tirant droit devant eux, atteindraient ceux de la face AB; c'est pourquoi on doit bannir des dispositions de la fortification passagère tout angle rentrant moindre qu'un angle droit.

On appelle *ligne de défense*, la ligne suivant laquelle la face d'un ouvrage est battue par un flanc. Sa longueur, c'est-à-dire la distance du flanc au point le plus éloigné qu'il doit défendre, dépend de la portée des armes que l'on veut employer pour le flanquement. Elle ne doit pas dépasser 150 mètres si c'est par la mousqueterie que le flanquement doit être obtenu.

Le flanquement, qui est une des conditions essentielles d'un ouvrage de fortification permanente dont on ne peut s'approcher que pas à pas et au moyen de travaux considérables, est moins indispensable pour la fortification de campagne dont les ouvrages ne sont jamais susceptibles d'une longue résistance. Néanmoins, le flanquement ajoutant considérablement à la force d'un retranchement, on doit chercher autant que possible à se le procurer, au moins pour les ouvrages importants dont on attend une résistance énergique.

25. Les *retranchements simples* ou les ouvrages élémentaires qui composent les retranchements, sont: les *redans*, les *lunettes*, les *redoutes*, les *forts étoilés* et les *forts bastionnés*.

Les redans et les lunettes sont des ouvrages ouverts à la gorge, et ne peuvent être employés que lorsque l'attaque ne peut venir que d'un certain côté. Les redoutes et les forts, fermés de toute part, doivent au contraire être employés chaque fois que les approches de l'ennemi sont à craindre de tous les côtés.

Les redoutes sont des ouvrages qui ne présentent que des angles saillants, devant chacun desquels il y a conséquemment un secteur privé de feux, et dont toutes les faces sont précédées d'un angle mort. Les forts étoilés et bastionnés ont des angles saillants et rentrants disposés de manière que les secteurs privés de feux et les angles morts soient plus ou moins complétement détruits par l'action des feux de flanc.

26. On appelle *redan* ou *flèche* un ouvrage tel que celui de la fig.6, composé seulement de deux *faces* se coupant suivant un angle saillant. La bissectrice *de* de l'angle saillant (c'est-à-dire la ligne qui partage cet angle en deux parties égales) s'appelle la *capitale* du redan. La partie ouverte AC est la *gorge* de l'ouvrage.

Un pareil ouvrage est nécessairement faible : on ne l'emploie ordinairement que pour couvrir une issue, une barrière, un petit pont, ou un poste d'observation qui ne doit pas se défendre.

Les dimensions des faces varient de 15 à 60 mètres

Quelquefois, pour se procurer des feux dirigés suivant la capitale, on établit au saillant un *pan coupé* BC (fig. 9) qui a, en outre, l'avantage de remplacer l'angle aigu du saillant par deux angles obtus. Mais il ne faudrait pas croire que ce pan coupé fait disparaître, ou seulement qu'il diminue le secteur privé de feux; il ne fait que remplacer le secteur primitif *abc*, par deux nouveaux secteurs *d*B*e*, *f*C*g* respectivement égaux aux deux moitiés *abh*, *hbc* du premier.

27. Une *lunette* n'est autre chose qu'un redan dont les faces sont brisées vers leur extrémité, comme on le voit fig. 10. Les parties en retour BA, DE, se nomment *flancs*, mais il est clair qu'elles ne flanquent nullement les faces BC et CD, et qu'elles ne jouent le rôle de flancs que par rapport à d'autres ouvrages voisins, ou à des parties de terrain qu'il importe de battre. La direction des flancs BA, DE, dépend du rôle qu'ils doivent remplir; assez ordinairement ils sont parallèles à la capitale. Les angles B et D se nomment *angles d'épaule.*

Les faces des lunettes ont ordinairement 30 à 60 mètres, et les flancs 12 à 15 mètres de longueur.

Les lunettes, susceptibles d'être tournées et emportées par la gorge, ne s'emploient presque jamais isolément.

28. La *redoute* est le plus simple des ouvrages fermés pouvant se suffire à eux-mêmes.

On n'emploie pas de redoutes triangulaires parceque ces ouvrages présenteraient de grands secteurs privés

de feux, des angles saillants faibles,et un petit espace intérieur. L'établissement d'une redoute triangulaire ne pourrait être justifiée que si l'on avait été conduit à fermer, par un parapet, la gorge d'un redan préalablément existant. Si l'angle du redan n'était pas très-rapproché de 60°, les deux autres angles seraient trop aigus, et il faudrait y établir des pans coupés (fig. 11).

Les redoutes carrées ou quadrangulaires (fig. 2) sont les plus usitées. On les établit pour 50 à 500 hommes, et la longueur de leurs côtés est comprise entre 15 et 40 mètres.

Les formes du terrain et les circonstances particulières de la défense peuvent conduire à établir des redoutes polygonales. Mais on doit éviter de leur donner un grand nombre de côtés.

Les défauts des redoutes consistent dans les secteurs dégarnis de feux de leurs saillants, et dans la privation de tout flanquement pour les fossés.

29. Les *forts étoilés* sont des espèces de redoutes à angles saillants et rentrants. On les a imaginés dans le but de remédier au défaut de flanquement des redoutes ordinaires.

Il y a différentes manières de les tracer :

Premier tracé. On trace un polygone régulier, puis n diminue chaque angle saillant en brisant le côté ers l'intérieur, comme on le voit fig. 12. L'angle AB s'appelle *angle diminué*. Comme on ne peut pas luire l'angle saillant à moins de 60° (n° 22), il s'en t que dans le cas du fort étoilé carré, représenté

fig. 12, l'angle diminué est de 15°. Un pareil tracé serait fort défectueux, car le secteur privé de feux est plus grand que dans le carré primitif, et le flanquement est illusoire, puisque les feux de AE, par exemple, loin de défendre le saillant B, sont divergents sur la capitale *ab*. On aurait donc rétréci l'espace intérieur de la redoute, tout en augmentant le développement de la crête, pour obtenir un ouvrage présentant de plus grandes difficultés d'exécution, et valant, en définitive, moins qu'une simple redoute carrée. Il en serait tout à fait de même pour un fort étoilé pentagonal. Dans le fort étoilé hexagonal, les feux cessent d'être divergents. En effet, l'angle diminué étant de 30°, l'angle BC*c* (fig. 13) égal à la somme des angles CAB, *c*BA est de 60°, et comme l'angle CB*c* (moitié de l'angle saillant de 60°) est de 30°, il s'en suit que l'angle C*cb* est droit. Par conséquent, la direction C*d* des feux de la face AC est parallèle à la capitale *ab*. Cette capitale est donc encore mal défendue. Pour que les faces d'un fort étoilé se flanquent véritablement, il faut qu'il soit au moins octogonal, c'est-à-dire qu'il présente au moins 8 angles saillants (fig. 14); mais un ouvrage de forme aussi compliquée, est d'une exécution difficile.

Deuxième tracé. Soit le carré ABCD (fig. 15) à transformer en tracé étoilé. On partage le côté AB en trois parties égales A*a*, *ab*, *b*B, et sur la partie intermédiaire *ab* on construit un triangle équilatéral *ab*G. Après avoir répété cette construction sur les quatre côtés, on

diminue les angles saillants A,B,C,D, de manière à les réduire à 60°. On obtient ainsi un fort étoilé octogonal. L'angle rentrant AEG étant égal à 105°*, le flanquement est efficace.

Troisième tracé. Sur chaque côté d'un polygone régulier, on décrit un triangle équilatéral. En partant du carré, cela ne servirait à rien du tout, comme on le voit par la figure 12 (qui peut être obtenue en construisant des triangles équilatéraux sur chaque côté du carré EFGH). Pour qu'il y ait véritable flanquement, il faut que le polygone primitif soit au moins un octogone. En appliquant cette troisième manière de tracer un fort étoilé à l'octogone régulier *abcdefgh* (fig. 14) on retombe sur la figure précédemment obtenue au moyen de l'octogone ABCDEFG (1er tracé).

En somme, les forts étoilés sont des ouvrages qu'on doit éviter d'employer dans la pratique. Lorsqu'on a besoin d'un ouvrage flanqué présentant une grande résistance, il vaut mieux employer un fort bastionné (n° 30).

30. Le tracé *bastionné*, emprunté à la fortification permanente, est le meilleur. On l'emploie le plus

* Car dans le triangle AE*a*, l'angle *a*AE = 15° et l'angle A*a*E = G*ab* (comme opposés par le sommet) est de 60° puisque les trois angles du triangle équilatéral G*ab* sont égaux ; donc l'angle AE*a* = 180 — 15 — 60 = 105°.

ordinairement pour fortifier un quadrilatère ou un pentagone, car, en fortification passagère, il faut éviter de construire des forts à plus de 5 ou 6 saillants, et l'on ne saurait d'ailleurs construire ni fort étoilé, ni fort bastionné de trois saillants, puisqu'il faudrait pour cela diminuer l'angle du triangle équilatéral qui n'est que de 60°.

Soit AB (fig. 16) le côté d'un carré à bastionner. Sur le milieu de cette ligne on élève la perpendiculaire *ab* que l'on prend égale à $\frac{1}{8}$ AB, et l'on joint le point *b* ainsi obtenu aux extrémités de la ligne AB; on prend les longueurs AE et BH égales aux $\frac{2}{7}$ de AB; des points E et H on abaisse les perpendiculaires EF, HG, respectivement sur les lignes B*b*, et A*b* prolongées; enfin, l'on joint FG. La même construction est à répéter sur chacun des autres côtés du carré.

AEFGHB est un *front bastionné ;* AB est son *côté extérieur; ab* sa *perpendiculaire*, et la ligne indéfinie *cd*, sa *capitale ;* GA et FB sont les *lignes de défense*, et la ligne FG s'appelle la *courtine*. Le pentagone FEAIJ (dont la moitié appartient au front AB et l'autre moitié au front AD) se nomme un *bastion ;* AE est la *face* droite de ce bastion, AI sa face gauche; EF et IJ sont ses *flancs ; ef* est sa *capitale*, et JF sa *gorge*. L'angle A, formé par les deux faces, s'appelle *angle saillant* ou *angle flanqué;* l'angle E de la face et du flanc se nomme *angle d'épaule*, et l'angle F du flanc et de la courtine, *angle de flanc;* enfin, BAE est l'*angle diminué*.

Un pareil ouvrage oppose incontestablement une très-grande résistance à l'attaque, et l'on ne peut que difficilement s'en emparer de vive force. Pour s'en rendre compte, il suffit de remarquer que le feu direct de la courtine FG est renforcé par les feux convergents des faces AE, HB, et que les secteurs dégarnis de feux des saillants et les angles morts des faces sont détruits par l'action des flancs opposés. Il n'y a d'angle mort que devant les flancs et la courtine; à cause du faible relief des ouvrages de campagne, un flanc ne pourrait défendre le fossé du flanc opposé, sans risquer de nuire aux défenseurs de l'ouvrage. Mais la position rentrante de la courtine la rend la partie la moins attaquable, et les efforts de l'ennemi doivent toujours être dirigés sur les parties saillantes qui sont parfaitement battues par les feux de l'ouvrage.

On a quelquefois remplacé les courtines droites par des *courtines brisées*, soit vers l'intérieur, comme en QRS, soit vers l'extérieur, comme en MNOP. Mais les courtines ordinaires sont préférables à ces dispositions qui n'ont aucun avantage réel.

Si, au lieu d'un carré, on avait un pentagone à fortifier, on prendrait la perpendiculaire du front égale à $\frac{1}{7}$ du côté extérieur; le reste de la construction serait la même que pour le carré. Pour les polygones de plus de cinq côtés, on prend la perpendiculaire invariablement égale à $\frac{1}{6}$ du côté extérieur.

Quant aux dimensions absolues des polygones aux-

quels il convient d'appliquer le tracé bastionné, la longueur du côté extérieur doit être comprise entre 150 et 250^{m}; une plus grande longueur conduirait à des lignes de défense plus grandes que le *maximum* de 150^{m} qu'elles ne doivent pas dépasser (n° 24). La longueur de la courtine est de 60 à 80 mètres, et celle des flancs de 18 à 25 mètres.

31. La contrescarpe d'un ouvrage de campagne est ordinairement tracée parallélement à l'escarpe; seulement on arrondit ses angles saillants par des arcs de cercle dont le centre se trouve sur la berme, (fig. 17). Mais quelquefois il est nécessaire de modifier le tracé de la contrescarpe.

Supposons, par exemple, que l'on puisse profiter d'un parapet FG,(fig. 18) pour flanquer l'une des faces d'une lunette ABCDE. Il est clair que si l'on conduisait la contrescarpe du flanc AB parallélement à l'escarpe, comme devant le flanc DE, le fossé de AB et une partie de celui de BC se trouveraient dans un angle mort. Pour ne pas masquer le feu de la ligne flanquante FG, on prolonge la contrescarpe de la face BC en ligne droite jusqu'en *a*, et, afin que le talus A*abc* qui raccorde le fond du fossé de la lunette avec le terrain naturel ne produise pas un angle mort, on tient ce talus en glacis dont le plan prolongé passe par la crête de FG.

Dans un front bastionné, si l'on menait la contrescarpe parallèllement à l'escarpe des flancs et de la

courtine, il en résulterait des angles morts considérables, comme on peut le voir figure 19; dans un pareil front, le flanc EF, destiné à voir le fossé de la face BH, est dans la même position, relativement à cette face et au flanc HG, que la ligne flanquante FG de la figure 18, par rapport à la face et au flanc de la lunette. Il faut donc, pour éviter les angles morts, creuser le fossé sur une plus grande largeur devant les flancs et la courtine. On décrit de l'angle saillant A (fig. 20) comme centre, avec la largeur du fossé comme rayon, un arc de cercle *mn* et de l'angle d'épaule opposé H, on lui mène une tangente H*n*. En répétant la même construction pour le saillant B, on obtient la contrescarpe *mnpqr*. L'inspection de la figure fait voir que les flancs EF,GH, ont toute leur action sur les fossés des faces. (Voyez aussi le tracé de la contrescarpe de la figure 30).

ÉTABLISSEMENT D'UN OUVRAGE FERMÉ, POUR UN NOMBRE DÉTERMINÉ DE DÉFENSEURS.

---

32. Avant d'entreprendre la construction d'un ouvrage fermé, il faut déterminer ses dimensions d'après le nombre d'hommes qu'il doit renfermer. Si l'ouvrage était trop petit, les hommes y seraient gênés; s'il était trop grand, on ne pourrait pas placer des défenseurs sur tout le développement des banquettes.

On admet que chaque homme a besoin de $1^{mc},50$ de surface dans l'intérieur de l'ouvrage, et que les tirailleurs (ou les files de tirailleurs si la défense doit se faire sur deux rangs) sont placés de mètre en mètre le long de la crête.

Cela posé, soit à établir une redoute carrée pour 300 hommes et supposons que la défense doive se faire sur deux rangs. Il est d'abord à remarquer que

33. Les plus grandes redoutes dont on fasse usage ordinairement peuvent renfermer 500 hommes. Pour un corps de troupes plus considérable on emploie des ouvrages dont le tracé est moins défectueux que celui des simples redoutes. Si l'on avait, par exemple, à occuper une position abandonnée à elle-même, avec un corps de troupes de 2,000 hommes, il conviendrait de construire à cet effet un fort bastionné. Supposons ce fort de quatre fronts; il sera très-facile de calculer le développement que devra avoir chaque front. En effet, 2,000 hommes pourront fournir 1,000 files il y aura donc $\frac{1000}{4}$ ou 250 files par chaque front, et comme chaque file occupe un mètre le long de la crête, le front devra avoir 250 mètres de développement de crête. Or, dans un front bastionné le côté extérieur est au développement du front comme 5 est à 6. On trouvera donc le côté extérieur par la proportion

$$x : 250^{m} :: 5 : 6;$$

d'où

$$x = \frac{250^{m} \times 5}{6}$$

ou à peu près 208^{m}.

Nous n'avons pas supposé de réserve, parce que l'attaque simultanée des quatre fronts n'est guère admissible; d'ailleurs un pareil ouvrage doit renfermer de l'artillerie qui enlèvera une partie des crêtes. On peut aussi, si on le veut, un peu diminuer la longueur du

côté extérieur, et établir le fort sur un carré de 200 mètres de côté.

Il est inutile de calculer la surface intérieure : les forts bastionnés sont toujours assez grands pour loger ce qui est nécessaire à leur défense.

34. Quand un ouvrage fermé doit renfermer de l'artillerie, il est facile d'en tenir compte dans le calcul des dimensions de cet ouvrage. Il suffit de savoir que chaque pièce d'artillerie de campagne occupe le long de la crête une longueur de 5 mètres, et exige sur le terre-plein un espace de 30 à 40 mètres carrés. On voit que cela revient à compter chaque pièce pour 5 files dans le calcul de la longueur de la crête, et pour 20 à 26 hommes dans le calcul de la surface intérieure.

REMARQUES

SUR LES RELATIONS

DES LANGUES MILITAIRES

FRANÇAISE, ALLEMANDE, ESPAGNOLE,

PAR

ÉD. DE LA BARRE DUPARCQ,

Capitaine du Génie, Professeur d'art militaire à l'École de Saint-Cyr.



INTRODUCTION.

Un écrivain d'esprit, membre de l'Académie française et ancien ministre du roi Louis-Philippe, M. de Salvandy, a dit au livre V de son *Histoire de Jean Sobiesky :* « Il ne peut se tirer un coup de canon dans aucun coin du monde, sans qu'un français ne s'y rencontre pour en jouir. »

A cette pensée un peu ambitieuse, mais dont le fond reste vrai, car, dans les luttes que se livrent les peuples étrangers, l'on a souvent vu figurer des volontaires français poussés par un noble désir d'aventures et de gloire, nous pouvons, en descendant du domaine de la grandeur et de la poésie dans la demeure bourgeoise des réalités scientifiques, opposer cette autre pensée : « Il ne se fait aucun usage du langage militaire, sans qu'il n'y ait de prononcé un mot français ou d'origine française. »

Nous ne nourrissons point la prétention de démontrer ce thème dans toute son étendue, c'est-à-dire de prouver que la langue militaire de tous les pays, emprunte des termes à notre idiome national; il nous faudrait, pour en tenter l'essai, des connaissances en linguistique variées, étendues, approfondies, telles que nous sommes loin de les posséder, telles que nous ne les posséderons probablement jamais. Mais nous voulons faire toucher du doigt au lecteur, combien ce thème est vrai pour les langues allemande et espagnole, sur lesquelles nos études ont parfois porté : le présent travail sera consacré à l'accomplissement de cette intention.

A cette énonciation de programme, que le lecteur n'aille pas croire, de notre part, à la propension de considérer, dans la langue française, les termes militaires comme des indigènes purs, comme des espèces d'autocthones; nous savons trop pour cela, qu'indépendamment de ses emprunts au grec et au latin, le français a reçu bon nombre de mots militaires de la langue des Francs et de la langue italienne. A l'égard des Francs rien de plus naturel; ils ont conquis la Gaule, ils l'ont habité en armes, ils y ont développé tous leurs usages, toutes leurs lois, ils ont fini par s'y implanter comme race noble, professant exclusivement le métier de la guerre. Quant à la langue italienne, cela tient à une autre cause; c'est qu'elle a été, lors de la renaissance, la première langue militaire. En même temps que les

lettres et les beaux-arts apparaissaient de nouveau, après un long sommeil, pour affiner et épurer les mœurs, l'art militaire sortait de la léthargie où le poids des armures féodales l'avait précipité; il en sortait en Italie grâce aux *sept livres sur l'art de la guerre* du florentin Machiavel, le premier qui ait réfléchi sur la guerre et en ait posé les principes, sans avoir pourtant jamais porté les armes, grâce surtout aux ingénieurs italiens, inventeurs des bastions, propagateurs de la fortification rasante qu'eux seuls pratiquèrent au début avec talent. Or, Machiavel a eu un immense renom, toute l'Europe, les monarques eux-mêmes (1), l'ont lu et commenté; les ingénieurs italiens ont été appelés aux XVe et XVIe siècles dans les divers États continentaux pour y construire des forteresses, comme *Paciotto d'Urbin* à Anvers, et *Adam de Crapone* en France : nul doute par conséquent que sur cette double trace les expressions italiennes ne se soient infiltrées dans le langage militaire de la France (2).

---

(1) François Ier par exemple, qui, imbu de ses principes, a voulu posséder une bonne infanterie et a créé les *légions* françaises.

(2) Ainsi l'italien *scarpa* a produit *escarpe*, l'italien *cunetta* a donné *cunette*, l'italien *scaramuccia* a formé *escarmouche*, l'italien *fucile* a fait naître *fusil*, de l'italien *ridotto* est venue *redoute*, etc.

Mais les mots militaires français, quelle que soit leur origine, se sont ensuite fait adopter eux-mêmes par les autres nations, comme nous allons le voir en détail dans les pages suivantes.

Notre comparaison s'appliquera d'abord à la langue allemande dont la connaissance a le plus d'importance pour l'armée française : elle portera en second lieu sur la langue espagnole.

---

§ 1er

LANGUES FRANÇAISE ET ALLEMANDE.

Nous avons pour but unique de présenter des *remarques* à l'appui de l'opinion énoncée dans l'introduction, remarques qui puissent en même temps fixer l'attention des militaires sur la valeur et l'usage à l'étranger des mots qui leur sont déjà familiers : c'est pourquoi notre travail ne se trouve assujetti à aucun ordre formel. Toutefois, pour mieux marquer nos subdivisions et en faciliter la recherche et la lecture, nous consacrerons un alinéa à chaque mot qui sera mis en évidence.

Officier. — A tout seigneur tout honneur. Cette expression française ayant été adoptée par presque

toutes les armées, il semble juste de commencer par elle. Les Allemands l'écrivent soit *Offizier*, soit même *Officier*. On le retrouve dans le titre d'un journal militaire prussien : « Archiv für die *Offiziere* der Königlich Preussischen Artillerie-und Ingenieur-Corps », qui montre également l'adoption en allemand de nos termes français *artillerie* et *ingénieur*. Il entre même dans des composés, ainsi dans *officierklassen*, *Officierabonnement*, *Officiercorps*, *Officierexamen*, mots tout français qui veulent dirent classes d'officiers, abonnement d'officiers, corps d'officiers, examen des officiers. Et que l'on ne pense pas que ce terme ait été germanisé au XIXe siècle, puisqu'un des principaux ouvrages de Scharnhorst a paru en 1787, sous ce titre : *Handbuch für Officiere* (Manuel pour les officiers), puisqu'un autre livre, dû à Schlueter et publié en 1674, porte pour titre *Offizierstab* (L'officier d'état-major), puisqu'enfin on le trouve déjà en usage en remontant plus haut.

Armée. — Mot que les Allemands, en Autriche comme en Prusse, ont adopté, en supprimant l'accent, pour remplacer *Heer*, et qui s'emploie principalement à propos d'organisations. On le rencontre dans le composé *Armeekorps* (corps d'armée) en usage en Autriche depuis 1809, en Prusse depuis 1818 ; le corps d'armée fut créé par ces puissances — on se le rappelle, à l'imitation des grandes fractions instituées sous ce nom dans les armées françaises

par Napoléon (1). On dit aussi *Armeereserve* (réserve de l'armée), *Armeebefehl* (ordre d'armée), *Armeebeamte* (employés militaires), *Armeelieferant* (fournisseur d'armée), etc. Le titre officiel de l'annuaire militaire prussien consacre même l'emploi de cette expression, car voici son énoncé : *Rang und Quartier-Liste der Kœniglich Preussischen Armee* (Liste par grades et par emplacements de l'armée royale prussienne). Cet énoncé indique en outre que les mots français *rang, quartier et liste* (2), ont aussi reçu un passe-port germanique en bonne forme.

Infanterie. — Ce mot s'emploie fréquemment et a détrôné en partie l'ancien mot allemand *Fussvolk* (littéralement *nation à pied*), qui a la même signification. Un réglement en date du 15 mai 1806, signé par l'archiduc Charles comme généralissime d'Autriche, et imprimé à Vienne à l'imprimerie im-

(1) Ajoutons pourtant que l'expression *corps d'armée* se retrouve dans les ouvrages allemands imprimés au début du dix-huitième siècle; je citerai par exemple : *Feldschlachten des grossen Feld-Herrns Eugenii herzogs von Savoyen* (Batailles du célèbre capitaine Eugène, prince de Savoie), 4e partie, in-12, Francfort et Leipzig, 1730, page 305. Ouvrage dû à l'historiographe *Dumont*.

(2) D'où, par exemple, le mot allemand *Dienstliste* qui signifie *contrôle* nominatif servant à commander le service.

périale, est intitulé : *Abrichtungs Reglement fur die Kaiserliche Infanterie* (Réglement d'instruction pour l'infanterie impériale). Observons en passant que le mot français *réglement* a aussi droit de cité chez les Allemands. Parmi les composés du mot qui nous occupe, l'on peut citer : *Infanteriedienst* (service de l'infanterie), *Infanteriefeuer* (feu d'infanterie), *Infanteriegewehr*, (fusil d'infanterie). Par dérivation *Infanterist* signifie *fantassin* : un étymologiste (1) recommande d'employer à la place d'*Infanterist* le mot *Fussoldat* comme plus allemand, ne remarquant pas sans doute que l'expression qu'il propose en remplacement est encore à moitié française.

Cavalerie. — Les Allemands se servent plus de ce mot dans le langage militaire que du mot *Reiterei* et cela depuis plus de deux siècles, car il fait partie du titre d'un ouvrage sur les troupes à cheval publié par Walhausen en 1616; seulement ils l'écrivent tantôt entièrement à la française *Cavalerie*, et tantôt en durcissant sa forme *Kavallerie*. Ainsi le cahier annexé au *Militair-Wochenblatt* de Berlin, pour les mois de juillet, d'août et de septembre 1853, porte ce titre : *Die Feld-Manöver* (2) *und die grossen Ka-*

(1) *Dictionnaire étymologique des racines allemandes*, par M. *de Suckau*. 1840, Paris, chez Thiériot, p. 502.

(2) Encore un mot français germanisé, *manöver* pour *manœuvre*.

vallerie-Uebungen bei Berlin im September 1853. (Les manœuvres de campagne et les grands exercices de cavalerie exécutés à Berlin en septembre 1853). Cavalerie fait en allemand *Cavalerist* (cavalier (1), *Cavalerieschule* (école de cavalerie), *Cavalerieartillerie* (artillerie volante); on ne peut récuser l'origine française de ce dernier mot.

Ordre de bataille. — Au point de vue militaire cette expression doit être envisagée comme un seul mot : on la rencontre même dans les publications officielles les plus récentes, sous sa forme française et sous ses caractères romains, quand le texte est imprimé en caractères gothiques. Le mot français *ordre* se retrouve souvent dans les lettres allemandes de Frédéric-le-Grand, écrit à la française; il entre dans la composition du mot *Kabinetsordre* (2) (ordre de cabinet), encore en usage aujourd'hui pour désigner un ordre du Roi. Mais il a disparu des expressions consacrées aux distinctions honorifiques; ainsi l'annuaire militaire prussien indique l'ordre du mérite, amélioré et presque créé par Frédéric-le-Grand, de cette manière : *Orden* pour le mérite.

(1) Le mot *Cavalier* est également en usage en Allemand.

(2) D'autres écrivent *Cabinettsordre ;* le mot *Cabinett* a tout-à-fait passé dans la langue allemande.

Soldat. — Terme fréquemment utilisé par les allemands dans sa propre forme française empruntée évidemment soit à l'italien *soldato*, soit à l'espagnol *soldado*. Ainsi l'un des meilleurs journaux militaires de l'Allemagne s'appelle : *Oesterreichischer Soldatenfreund* (l'ami des soldats autrichiens) et paraît à Vienne deux fois par semaine : ainsi l'on publie en ce moment à Leipzig un livre intitulé : *Illustrirte Soldaten Bibliothek für Krieg und Frieden* (bibliothèque illustrée du soldat pour la guerre et la paix). Parmi les composés de ce mot citons : *Soldatenbrod* (pain de munition), *Soldatengeist* (esprit militaire), *Soldatenkind* (enfant de troupe), *Soldatenlied* (chanson guerrière), *soldatenspiel* (exercice, parade). Il existe aussi l'adjectif *soldatisch* : le *Correspondant impartial de Hambourg* en rendant compte de mes *Études sur la Prusse*, dans son numéro du 17 mai 1854, les proclame écrites « *in recht soldatischer Weise* (d'une manière véritablement militaire). »

Fourier. — Les auteurs allemands se servent de ce terme soit sous la forme *Fourier*, soit sous la forme *Furier* qui est la même vu la prononciation de l'*u* germanique. Il présente une singulière filiation, car il tire probablement son origine du mot allemand *Fuhrer* (conducteur) : de *Fuhrer* les français ont fait *fourier* ce qui, pour eux et suivant leurs précédents, n'est pas encore trop barbare ni trop écorché, et les

Allemands ont ensuite réadopté la forme *fourier* sans doute *par complaisance* comme le dit *Mauvillon* (1). Aujourd'hui *Fuhrer* n'a plus en allemand d'autre signification militaire que celle de *guide* : avis aux traducteurs qui n'ont pas l'habitude de ces sortes de matières.

Train. — Ce mot porte la même signification en allemand qu'en français, et s'emploie surtout pour désigner le train d'artillerie. Il donne plusieurs composés, par exemple : *Trainoffizier*, Traindepot, *Trainkolonne*, Trainbataillon, *Trainsoldat*, expressions qui se comprennent d'elles-mêmes et dont nous n'avons pas besoin de donner la traduction.

Ricochet. — Rien de surprenant à ce que ce mot se soit implanté dans la langue militaire de l'Allemagne, puisque le tir à ricochet, inventé par Vauban au siége de Philipsbourg, en 1688, est entièrement d'origine française. Les Allemands écrivent *Ricochet*, Ricoschet et *Rikoschett* alternativement. Ils ont formé les composés *Rikoschettbatterie* (batterie à ricochet), *Rikoschettscharte* (embrasure d'une batterie à ricochets), *Ricochetschuss* (coup de ricochet): ils pos-

---

(1) *Essai sur la guerre de trente ans*, p. 34.

sèdent même le verbe *ricochetiren* ou *rikoschettiren* (les deux orthographes existent) qui signifie *tirer à ricochets*.

Point d'honneur. — L'introduction de cette expression, dans la famille des mots militaires allemands, constitue, ce me semble, une espèce d'hommage rendu à la délicatesse des sentiments français. Du reste le mot français *point* a également obtenu un demi-brevet de naturalisation pour lui seul, car l'on dit quelquefois : « *Pointe auf den Weg stellen* (jalonner un chemin); » et l'on commande : « *Points vor!* (jalons en avant). »

Caserne (1). — Mot d'un usage habituel chez les Allemands et que leurs dictionnaires ne savent traduire que par *Soldatenhaus* (maison de soldats), qui est encore à moitié français. De lui proviennent *Casernenarrest* (consigne au quartier), *Casernenofficier* (officier de casernement), *Casernenwache* (garde de police).

Magasin. — Les Allemands écrivent *Magazin*, et font emploi de ce mot dans le langage commercial

---

(1) *Caserne* dérive de l'espagnol *caserna*; les Russes disent *casarma*.

omme dans le langage militaire; Frédéric-le-Grand e répète quatre fois dans sa lettre au ministre de la guerre de Wedell, datée de Bettlern le 2 juin 1762.

Réserve. — Même sens en allemand qu'en français. Donne les composés : *Reserveinfanterie*, *Reservecavalerie* (cavalerie de réserve), *Reservecorps*, *Reservepark*, Reservelaffete (affût de réserve).

Général. — Cette abréviation du mot *officier-général* se trouve consacrée par l'usage en Allemagne (surtout en Prusse) comme en France. Le mot *généralat* en découle dans les deux langues ; seulement, dans général comme dans généralat, les accents disparaissent quand ce sont des expressions allemandes. On emploie en allemand l'expression *Genaralität* pour désigner dans son ensemble le corps des officiers-généraux. Le féminin du mot *général* reprend en allemand la forme germanique et se dit Generalin (la générale, dans le sens de femme de général)(1). On déduit du mot *General* un grand nombre de composés, par exemple : *Generalcommandirender* (général en chef), *Generalfeldmarschall*

---

(1) La générale, dans le sens de batterie de caisse, se dit en allemand *Generalmarsch*.

maréchal-général ou généralissime), *Generalinspector* (inspecteur-général), *Generallieutenant* (lieutenant général), *Divisionsgeneral* (général de division), *Generalstab* (état-major), *Generalquartiermeister*(1) (chef d'état-major), etc.

Rideau. — Terme auquel la langue militaire allemande recourt, comme la langue militaire française, pour désigner une éminence ou un pli de terrain derrière lequel on peut se poster pour dissimuler sa présence à l'ennemi.

Marche. — Les Allemands écrivent *Marsch*: ce mot leur sert, ainsi qu'à nous, comme substantif et comme impératif. Un auteur remarque à ce sujet que l'on ferait mieux d'employer pour le commandement Vorwarts! (en avant!) à *Marsch!* (marche!). Son observation rappelle que les Prussiens avaient surnommé Blucher, ce général si mal disposé pour la France, *der Marschall Vorwarts* (le maréchal en avant). De Marsch viennent les verbes *marschiren* (marcher), et *aufmarschiren* (déployer) : *eine aufmarschirte Kolonne* (une colonne déployée).

---

(1) *Quartiermeister* signifie principalement *trésorier*, *officier-payeur*; nous disions anciennement en France *quartier-maître-trésorier*.

Fourrage. — Les Allemands utilisent ce mot concuremment avec *Futter* qui a la même signification; ils orthographient soit *Fourage*, soit *Fourrage*, soit *Furrage*. Ils emploient dans le même sens le substantif *Fouragirung* qui dérive du verbe *fouragiren* (fourrager) qu'ils ont fabriqué et qui sent son origine française. Ils utilisent aussi comme allemand le mot *Fourrageur* qu'ils écrivent plutôt *Fourageur*, et à la place duquel ils disent parfois *Fouragirer*. Parmi les composés du mot allemand *Fourage*, nous pouvons indiquer: *Fouragegeld* (indemnité de fourrage), *Fouragemagazin* (magasin à fourrages), *Fourageration* (ration de fourrage). On voit que quand les Allemands admettent un mot étranger, ils subissent toutes les conséquences de son admission.

Régiment. — Toutes les armées allemandes emploient ce mot, dont les Anglais se servent également et auquel il est absurde de vouloir opposer en allemand *Kriegsschar* (troupe militaire) qui, ne limitant rien, s'applique aussi bien à la compagnie et au bataillon qu'au régiment. Voici plusieurs composés de ce mot: *Grenadier-Regiment* (régiment de grenadiers), *Regimentsstab* (l'état-major du régiment), *Regimentstambour* (tambour-major), *Regimentsadjutant* (adjudant-major), *Regimentsschule* (école régimentaire). Le verbe français *enrégimenter* n'a pas été germanisé.

Front. — Les Allemands orthographient tantôt *Front*, tantôt *Fronte*, au point de vue militaire le terme *Vorderseite* (côté antérieur) est loin d'offrir la même signification. On dit le front d'une troupe, le front d'une position, le front d'un camp (front de bandière). En allemand le mot *Front* fournit, parmi ses composés; *Frontmarsch* (marche en bataille) et *Frontveranderung* (changement de front).

Canon. — On écrit en Allemagne *Kanone*, mais c'est bien le même mot. *Kanone* manque d'un synonime allemand, car *Geschütz* veut plutôt dire *artillerie* (1). Ce terme possède de nombreux composés tels que *Kanonenschuss* (coup de canon), *Kanonenbatterie* (batterie de canons), *Kanonenform* (moule à canon), *Kanonenmetall* (bronze à canons), *kanonenkugel* (boulet de canon), *Kanonenpulver* (poudre à canon). Il donne origine au substantif *Kanonier* (canonnier) lequel a pour synonime *Artillerist* (artilleur; *Artillerist* se trouve de la même famille que *Infanterist* et *Cavalerist* dont nous avons parlé ci-dessus. On dit en outre *kanoniren* (canonner) et *Canonirung* (canonnade.)

(1) Le mot *canon* dans le sens de *loi de l'Eglise*, se dit *Kanon* (quelquefois *Canon*) et a pour synonyme *Kirchengesetz*.

BIOGRAPHIE.

LE GÉNÉRAL PAIXHANS

Nous reproduisons avec empressement les paroles suivantes, improvisées sur la tombe du général Paixhans, par M. le général de Boblaye, commandant l'école d'application à Metz.

« Avant de nous séparer, permettez-moi, Messieurs, d'user d'un triste privilége, celui de l'âge et de l'ancienneté dans l'arme à laquelle appartient le général Paixhans, pour vous dire quelques mots sur l'homme distingué que nous venons de perdre ; d'ailleurs, j'ai siégé pendant sept ans près de lui à la chambre des députés, et personne n'a été plus à même que moi d'apprécier cette grande et noble intelligence. Je n'ai pas l'intention de vous faire connaître une vie aussi bien remplie, le coup imprévu qui nous frappe tous, en frappant ce bon général, ne m'a pas permis de m'en occuper. Mon intention, en prenant la parole, est d'exprimer nos regrets au nom de l'artil-

lerie et de l'armée, et de déposer un dernier hommage d'estime et d'affection sur la tombe qui vient de se fermer.

« Né à Metz, en 1783, d'une famille honorable, le général Paixhans conserva toujours pour sa ville natale un amour et un dévouement absolus, marque certaine d'un cœur bien placé. Il entra au mois d'octobre 1801 à l'École polytechnique, et sortit, le 1er octobre 1805, de l'école d'application, le second de sa promotion. Le premier était un professeur déjà âgé de plus de 30 ans.

« Il prit une glorieuse part à toutes les guerres de l'Empire, et, en 1814, chef de bataillon depuis deux ans, décoré depuis six ans, il assista à la dernière scène de cette grande époque, à la bataille de Paris, où il commandait l'artillerie placée sur la butte Chaumont, non loin des batteries servies par les élèves de l'École polytechnique, dont j'avais l'honneur de faire partie.

« La paix ouvrit une nouvelle carrière au chef de bataillon Paixhans : au début de sa vie militaire, il avait pris part aux expériences faites à Boulogne par ordre de l'Empereur, sur le tir des boulets creux dans les canons. Cette idée jetée comme un germe fécond dans cet esprit si judicieux, dans cette haute intelligence, fut la première cause de ses beaux travaux, de ses belles inventions qu'il poursuivit avec une persévérance et une fermeté remarquables, au milieu d'obstacles de tous genres. C'est à dessein,

messieurs, que je me suis servi du mot d'invention, car celui qui, en se saisissant d'une idée, lui trouve des applications, la fait fructifier, est un véritable inventeur. Enfin il eut un double bonheur, son système fut adopté par presque toutes les puissances de l'Europe, et la justice de ses contemporains attacha son nom aux bouches à feu de son invention. — Le nom de Paixhans est devenu européen, comme on dit système Valière, système Gribeauval, système Vallée, on dira canons à la Paixhans.

« Pendant de longues années, il fut secrétaire du Comité d'artillerie, et il prit une grande part aux beaux travaux qui ont signalé cette époque Nommé lieutenant-colonel en 1828, le département de la Moselle le choisit pour député, et pendant 20 ans, pas une question militaire ne fut agitée au sein de cette Chambre, sans que le général Paixhans ne vint y apporter le tribut de sa longue expérience et de ses lumières.

« Conservateur par conviction, cet homme, d'un esprit si juste et si ferme conserva toujours son indépendance, et il sut le prouver dans une circonstance qui m'est encore présente. Malgré ses efforts, la loi qui prolongeait la durée du service des lieutenants-généraux jusqu'à 68 ans, fût adoptée. Le général Paixhans, qui avait été nommé lieutenant-général en 1844, ne voulut pas profiter d'une loi qu'il avait combattue, et sur sa demande il fut mis au cadre de réserve, le 23 Janvier 1848.

Dans la retraite qu'il s'était choisie près de la ville où il était né, où il aimait à vivre, où il est venu mourir, le général Paixhans ne restait étranger à aucune des questions qui pouvaient intéresser l'artillerie et l'armée, et dans le grand conflit qui menace actuellement l'Europe entière, il allait assister aux premières applications de son système, lorsque la mort est venue le frapper.

« Donner la liste des ouvrages de cet homme distingué, suffit pour faire voir combien cette vie a été bien remplie.

En 1822, paraissait la nouvelle force maritime;

En 1825, les expériences de la marine française, sur une arme nouvelle;

En 1830, paraissait la force et la faiblesse militaire de la France;

En 1834, Fortifications de Paris;

En 1849, Constitution militaire de la France.

De nombreuses notes réunies depuis de longues années allaient probablement couronner cette belle carrière si brusquement brisée...

Adieu, bon général, ton souvenir vivra toujours dans l'artillerie que tu as dotée d'une arme nouvelle et dans le cœur de tes compatriotes. Puissent ces mots, inspirés par une véritable affection, porter un soulagement a la douleur si profonde et bien partagée de sa famille.

Séance de l'Académie des Sciences du 13 novembre 1854.

PHYSIQUE APPLIQUÉE

Note lue par M. BIOT, en présentant un ouvrage de M. MARTIN DE BRETTES.

M. le capitaine d'artillerie Martin de Brettes, inspecteur des études de l'École Polytechnique, m'a prié de présenter en son nom à l'Académie, un ouvrage de sa composition, ayant pour titre : *Études sur les appareils électro-magnétiques destinés aux expériences de l'artillerie*. Comme cet ouvrage, sous son titre modeste, est le résultat de méditations longtemps suivies avec persévérance, soit dans le calme des établissements militaires, soit dans la vie active des camps; et, qu'à ses vues personnelles, l'auteur a joint une discussion approfondie de tou-

tes les tentatives déjà faites sur le même sujet, tant à l'étranger qu'en France, j'ai pensé que l'Académie trouverait quelque intérêt à connaître comment il a compris et exécuté cette transition difficile des spéculations physiques aux applications.

Il commença naturellement par décrire les appareils électro-moteurs : ceux qui servent à développer ce que l'on appelle les *courants électriques*. — Il spécifie, d'après l'expérience, les propriétés observables de ces courants, leur rapide transmissibilité, leurs actions entre eux et sur les corps aimantés ou aptes à le devenir; les dispositions les plus efficaces pour accroître leur énergie; les procédés par lesquels on peut la constater, la rendre sensiblement constante, longtemps durable, et la faire agir dans cet état par intermittences, dont la rapidité de succession n'est limitée que par l'intervalle de temps très-petit, mais non pas insensible, que le magnétisme emploie à se développer ou à s'éteindre dans les corps conducteurs, sous l'impression d'un contact opéré ou supprimé instantanément. Tout cela est exposé avec concision, mais clairement, exactement, dans les termes usités par les physiciens; sans discussion ni garantie de leurs doctrines, et comme autant de faits acquis.

Ces préparatifs étant établis, l'auteur passe aux applications qu'on en a faites, ou qu'on en peut faire, pour résoudre expérimentalement une foule de questions qui intéressent l'artillerie : par exemple, me-

urer la vitesse *initiale* d'un projectile tiré sous un angle quelconque ; celle qu'il a en un point quelconque de sa trajectoire; les maxima de vitesses des éclats d'obus et les balles qui y seraient renfermées, soit que l'explosion se fasse à l'état de mouvement ou de repos. Tous les procédés imaginés pour ces applications, se résument dans cet énoncé général : des effets mécaniques instantanés, qui se succèdent à des intervalles de temps très-courts, sont, au moment où ils se produisent, reportés par l'électricité à un appareil qui s'en impressionne, et sur lequel ces intervalles de temps se trouvent transformés en intervalles graphiques, dont la grandeur, devenue appréciable, sert à les mesurer. L'auteur fait connaitre en détail ceux de ces procédés qui ont été imaginés ou employés pour des recherches de ce genre, par les physiciens en Angleterre et en France ; ceux aussi qui ont été appliqués en grand à des expériences d'artillerie dans plusieurs autres pays de l'Europe, la Russie, la Prusse, la Belgique, où elles ont été entreprises et exécutées sous le patronage des gouvernements. Il ne décrit pas seulement les appareils qui ont servi à ces nouvelles et importantes études de balistique; il en discute les détails, signale leurs défauts, leurs avantages, et xpose les modifications, qu'à son avis, on pourrait tilement y apporter pour rendre leurs indications us sûres ou plus précises. Ces propositions de perectionnement, faites par un esprit pratique, à la

suite d'un examen attentif et comparé de tout ce qui a été imaginé ou réalisé précédemmment, devront être prises en grande considération quand on organisera de pareils travaux.

La lecture de l'ouvrage du capitaine Martin y sera un excellent préparatif. C'est dans cette voie, et sous cette forme, que les spéculations des sciences peuvent être fructueusement introduites dans les opérations des armes savantes. Des militaires, s'appropriant, et y transportant ainsi leurs découvertes, ce sont des auxiliaires dont l'Académie accueillera toujours les efforts avec faveur.

PARIS. — TYP. DE H. CARION, PÈRE, RUE RICHER, 20.

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE

FORTIFICATION.

À l'usage des sous-officiers de l'armée.

Par TH. PARMENTIER,
Ancien élève de l'École polytechnique, Capitaine du Génie.

LIGNES DE RETRANCHEMENTS.

35. On appelle *lignes de retranchements* ou simplement *lignes*, un ensemble d'ouvrages de fortification destinés à mettre en état de défense une grande étendue de terrain. Les lignes servent à garder une frontière, à fortifier une ligne de bataille, à faire respecter une armée dans son camp, à rendre plus difficile l'attaque d'une position ou à couvrir un passage.

Les lignes sont *continues* ou *à intervalles*. Une ligne est continue quand son parapet n'offre aucune interruption d'une de ses extrémités à l'autre; elle est discontinue ou à intervalles lorsqu'elle se compose de plusieurs ouvrages isolés les uns des autres.

Ces deux genres de lignes ont leurs avantages et leurs inconvénients. Les lignes continues emprisonnent les troupes et ne leur permettent pas de prendre

facilement l'offensive; un seul point forcé entraine la perte de toute la ligne, car la défense devient impossible quand on est pris de flanc; enfin, il est à remarquer que toutes les parties sont à peu près également faibles, et les lignes de cette espèce sont assez faciles à emporter, surtout lorsque l'on divise l'attention des défenseurs au moyen d'une fausse attaque ou même d'une double fausse attaque.

Le principal inconvénient des lignes à intervalles consiste dans leur discontinuité même, qui permet aux troupes ennemies de les traverser par les trouées qu'elles présentent. Mais, d'un autre côté, ces intervalles facilitent les sorties et les retours offensifs; de plus les ouvrages séparés qui composent une ligne à intervalles peuvent résister isolément et l'on n'est pas obligé d'abandonner toute la ligne dès que l'un de ses points est forcé.

D'après cela, on conçoit que le choix du genre de lignes à employer dans chaque cas, dépend de l'objet qu'elles doivent remplir, du nombre des défenseurs, de la nature du terrain, etc. Lorsqu'on voudra, par exemple, couvrir un passage, ou bien défendre un pont ou un défilé dont la garde est confiée à un petit nombre d'hommes, la continuité du retranchement sera une condition essentielle. On emploie encore des lignes continues autour d'une place assiégée, pour l'isoler complètement et empêcher le passage des convois qui tenteraient d'appro-

visionner la ville, ainsi que celui des simples porteurs d'avis.

Si, au contraire, on avait à préparer un terrain de manière à le rendre plus favorable aux opérations d'une armée qui doit y livrer bataille et qui n'attend de ses retranchements qu'un appui pendant l'action ou une protection en cas de retraite; ou bien, si la fortification ne devait servir qu'à contrarier les opérations de l'ennemi et lui interdire la possession de certains points importants, il est clair que la ligne devra être discontinue et se composer d'une série d'ouvrages qui laissent entre eux assez d'espace pour que l'armée ne soit pas gênée dans ses mouvements.

36. Nous allons décrire rapidement les principales espèces de lignes continues.

Les *lignes à redans* sont formées de redans d'environ 60 mètres de longueur de face, placés sur une ligne droite et espacés de 160 à 240 mètres de saillant en saillant. De pareilles lignes sont très-défectueuses. En effet, l'inspection de la figure 21 fait voir qu'il y a en avant de chaque redan, une bande de terrain de 60 mètres de largeur, complètement dépourvue de feux, de sorte que l'on peut approcher impunément des saillants; de plus, les redans ne flanquent rien et croisent leurs feux en avant des courtines qui sont déjà les parties les plus fortes. Une simple ligne droite vaudrait donc mieux qu'une pareille ligne de redans. La figure 22 indique une autre disposition de ligne à redans, mais le flanquement y

est également fort incomplet. Dans le premier exemple la crête présente, de saillant en saillant, un développement de 208 mètres ou d'environ $\frac{1}{4}$ en sus de a longueur de la ligne droite, et dans le second xemple ce développement est de 360 mètres ou de moitié en sus de la ligne droite*.

37. Les *lignes à tenailles* sont composées de redans reliés entre eux par des courtines brisées vers l'extérieur, de manière à présenter un saillant sur la même ligne que les saillants des redans, comme on le voit fig. 23. L'espacement des redans doit être tel, que les angles rentrants soient d'environ 100°. De cette manière les fossés se trouvent bien flanqués et il n'y a aucune partie dégarnie de feux. Les lignes à tenailles n'ont donc pas les défauts des lignes à redans, et doivent toujours leur être préférées.

Quand les saillants des redans sont espacés de 300^{m}, la crête présente un développement de 374^{m} ou de $\frac{1}{4}$ en sus de la ligne droite.

On peut aussi former une ligne à tenailles au moyen d'une suite de redans qui se touchent en formant des angles rentrants de 100°. On voit par la fig. 24, que chaque face fait fonction de flanc par rapport à la face adjacente du redan voisin.

* Ces développements sont utiles à connaître puisqu'ils indiquent le nombre de files de défenseurs (supposées espacées de 1 mètre) que l'on pourra placer le long de la crête.

38. Lorsqu'on ne peut disposer que d'une petite largeur de terrain, on emploie quelquefois des *lignes à crémaillères*, composées alternativement de branches longues et courtes, se flanquant mutuellement (fig. 25); il faut pourtant éviter de donner trop peu de largeur aux petites branches ou *crochets*, afin que leur fossé ne soit pas tout entier compris dans l'angle mort des longues branches. Pour éviter qu'une même batterie ne puisse enfiler un grand nombre de ces longues branches dirigées dans le même sens, il convient d'alterner la direction des crémaillères, comme on l'a indiqué sur la fig. 26, en raccordant les branches *ab*,*cd*, par un tracé bastionné.

Le peu de longueur des crochets doit faire éviter en général, l'emploi des crémaillères, excepté lorsqu'elles se trouvent dans un rentrant par rapport à d'autres ouvrages (voyez par exemple, n° 41).

Quand on a intérêt à accumuler les feux sur un certain point, on peut le faire au moyen de crémaillères convenablement tracées. Ainsi, dans la figure 27, le point A pourrait être défendu par la mousqueterie du flanc BC, en même temps que par l'artillerie de DE tirant à mitraille, et celle de FG tirant à boulets.

39. Les *lignes bastionnées* se composent d'une suite de fronts bastionnés d'environ 240^{m} de côté extérieur. Nous renvoyons, pour ce tracé, à ce qui en a été dit au n° 30.

On a employé des lignes bastionnées *à doubles flancs*,

(fig. 28). Les flancs les plus rapprochés des saillants (EF, E'F') sont armés de mousqueterie, et les flancs éloignés (B'C', BC) reçoivent de l'artillerie. Les saillants des bastions, qui sont les points les plus faibles, sont parfaitement défendus. Ce tracé qui permet d'employer des côtés extérieurs de 400 à 450^{m} présente moins de saillants à l'attaque et donne de nombreux feux croisés. Mais il a l'inconvénient d'être compliqué, d'exiger une grande profondeur et de donner une grande longueur au développement de la crête *.

40. Les Allemands emploient des lignes qu'ils appellent *à caponnières* (fig. 29 et 30). L'ouvrage CDEFG s'appelle *caponnière;* les flancs CD, FG, défendent les saillants A et B; et les brisures ML, IJ, sont destinées à empêcher qu'il y ait des angles morts devant les faces DE, EF.

41. On obtient une ligne continue d'une très-grande force en construisant des redoutes disposées de ma-

* Pour tracer un front bastionné à doubles flancs, (fig. 28) on élève sur le milieu du côté extérieur AA' la perpendiculaire *ab* que l'on prend égale à $\frac{1}{3}$ AA', et l'on mène les lignes de défense A*b*, A'*b*; on prend les faces des bastions AB, A'B', égales à $\frac{1}{5}$ AA' et l'on mène les flancs BC, B'C', perpendiculaires aux lignes de défense A'C, AC' obtenues au moyen de la perpendiculaire *ab* $= \frac{1}{8}$ AA'; à partir des points D, D' on porte DE, D'E', égaux à DC, D'C', et on mène les flancs EF, E'F', perpendiculaires à A*b*, A'*b*, jusqu'à la rencontre des lignes de défense A'C, AC'; il ne reste plus qu'à joindre le point G aux points F et F'.

nière à se flanquer mutuellement, et reliées entre elles par des crémaillères. Les redoutes résistent après la prise des crémaillères, et peuvent se défendre les unes après les autres. Mais de pareilles lignes sont longues à construire.

12. On a proposé quelquefois l'emploi de plusieurs lignes placées les unes derrière les autres. Mais, en général, et sauf des cas très-particuliers, une double ou triple ligne vaut moins qu'une seule. En campagne on est toujours limité par le temps, et quand le développement des ouvrages à construire est trop considérable, on est obligé d'employer un profil plus faible. La seconde ligne ne pouvant d'ailleurs entrer en action que quand la première aura été enfoncée, il est clair que deux lignes à faible profil résisteront moins qu'une seule à profil plus fort. Il faut encore remarquer que les défenseurs de la première ligne se défendront mal, quand ils n'attendront pas leur unique salut d'une résistance opiniâtre, et qu'ils pourront trouver derrière une seconde ligne, un asile qu'ils seront souvent tentés de chercher plus tôt qu'ils ne devraient. De plus, la retraite des défenseurs avancés jettera le désordre dans la seconde ligne qui ne tardera pas à être emportée par un ennemi enhardi par un premier succès. On doit donc préférer une seule ligne, et apporter à sa construction tout le temps et tous les moyens dont on pourra disposer.

Il est pourtant des cas où une double ligne est tout à fait indispensable. Si, par exemple, on avait établi

une ligne principale en avant d'un défilé ou d'un pont, il faudrait de toute nécessité couvrir l'entrée du défilé ou du pont, par une ligne accessoire, afin qu'en cas d'échec, l'armée victorieuse soit arrêtée par cette seconde ligne, assez longtemps pour que la retraite puisse être opérée. (Voyez pour les *têtes de pont*, n° 46, ci-dessous).

43. Passons à la description des lignes à intervalles.

Les *lignes à redoutes détachées* se composent d'une série de redoutes de 30 à 40 mètres de côté, placées comme l'indique la fig. 31, et espacées de 240 à 250 mètres de saillant en saillant. On les établit à environ 200 mètres en avant de la ligne de bataille. Les faces antérieures de ces redoutes sont flanquées par des batteries établies dans des redans de 18 à 20 mètres de côté, construits dans l'angle formé par les prolongements des faces à flanquer. Afin qu'il n'y ait pas d'angles morts dans les fossés des redoutes, on taille les contrescarpes en rampe, suivant l'inclinaison des lignes de flanquement. Des épaulements placés en arrière des redoutes servent à couvrir la cavalerie.

En remplaçant, dans la fig. 31, les redoutes par des lunettes, on aurait une *ligne à lunettes détachées*. La fig. 32 représente une ligne à double rang de lunettes.

44. Les *lignes du général Rogniat** ou *lignes bastion-*

* *Joseph Rogniat*, général du Génie, également distingué comme

nées à batteries détachées sont des lignes mixtes qui jouissent à la fois des avantages des lignes continues et des lignes à intervalles. Elles consistent (fig. 33) en une suite de bastions de 240 à 250 mètres de côté extérieur, réunis par des courtines dont le terre-plein est entaillé sur un mètre de profondeur dans le terrain naturel, et dont le parapet est taillé en gradins, afin que les défenseurs puissent le franchir rapidement en un point quelconque de son développement et se présenter à l'ennemi comme si le retranchement n'existait pas. Sur le milieu des courtines on place des redans destinés à recevoir de l'artillerie. L'épaulement de ces redans n'a que 0^{m},80 de hauteur, afin que les pièces puissent tirer par dessus, et l'on ménage près de chaque pièce des petites tranchées de 1 mètre de profondeur, pour mettre les canonniers à couvert dès qu'ils ont chargé. Entre les bastions et les courtines on ménage des passages de 10 mètres de largeur pour les sorties de cavalerie. La fig. 33 représente ces dispositions; les fig. 34, 35 et 36, indiquent à plus grande échelle les profils des bastions, des courtines avec les gradins de franchissement, et des batteries avec les petites tranchées d'abri pour les canonniers.

officier et comme écrivain militaire, naquit à Saint-Priest (Dauphiné), le 13 novembre 1776, et mourut membre de l'académie des sciences, le 10 mai 1840.

CAMPS RETRANCHÉS ET TÊTES DE PONTS.

---

45. Les *camps retranchés* sont destinés à protéger une place forte, ou à être occupés par une armée chargée de la défense d'une position importante. Ils se composent généralement d'une enceinte continue, renfermant une partie de l'armée avec le matériel et les approvisionnements de tout genre, et d'une enceinte extérieure à ouvrages détachés, derrière laquelle campe la masse de l'armée.

46. Les *têtes de pont* ont pour objet de protéger le passage des rivières en couvrant les ponts de manière à les garantir contre les entreprises de l'ennemi. Les ponts doivent, autant que possible, être établis dans les parties convexes de la rivière, c'est-à-dire dans les parties où la convexité du cours d'eau est tournée du côté de la rive dont on est maître; la tête de pont, construite sur la rive ennemie, sera donc dans le ren-

trant formé par la concavité de la rivière (fig. 37 à 41.) Plus ce rentrant sera prononcé, plus les feux des batteries établies sur la rive amie seront convergents, et plus la défense de la tête de pont sera facile. Les têtes de pont peuvent être placées en avant des parties droites d'un cours d'eau, mais jamais sur une rive convexe, parce qu'alors l'ennemi aurait tout l'avantage des feux convergents, et que les ouvrages destinés à couvrir le pont ne pourraient être que fort mal flanqués de la rive opposée.

La grandeur et la forme des têtes de pont dépendent des services qu'elles doivent rendre. En général, ces ouvrages doivent être tracés de manière à couvrir complétement le pont contre les feux directs de l'ennemi, et à pouvoir être flanqués de la rive amie ou d'une île de la rivière. Ils doivent, en outre, présenter des intervalles bien couverts et assez grands pour que l'armée puisse librement se porter en avant ou se retirer, et effectuer promptement son passage. Pour que la retraite des derniers défenseurs soit assurée, il est nécessaire de placer un petit réduit, au moins en palissades, immédiatement en avant du débouché du pont.

Lorsqu'une armée entière doit traverser une rivière, il est nécessaire de construire deux ponts protégés par la même tête, afin que le passage puisse s'effectuer plus rapidement et qu'en cas d'échec, la rupture d'un pont ne livre pas toute l'armée à la merci de l'ennemi.

Les ouvrages le plus ordinairement employés pour les têtes de pont, sont : le redan (fig. 37), la lunette (fig. 38), la *queue d'aronde*, redan renversé avec deux longues branches (fig. 39), *l'ouvrage à cornes*, front bastionné avec deux longues branches (fig. 40), et *l'ouvrage à couronne* ou *la couronne* (fig. 41), consistant en deux fronts bastionnés avec ou sans longues branches. Quelquefois on emploie une *double couronne* se composant de trois fronts bastionnés.

RÉDUITS DE SURETÉ. — BLOCKHAUS. — SCHARDACQS.

---

47. Les *réduits de sûreté* sont des abris défensifs que l'on place dans l'intérieur des ouvrages, pour en retarder la prise et pour offrir un asile aux défenseurs, en cas d'échec. Quand un ouvrage est isolé, et qu'il ne peut plus résister, les troupes se retirent dans le réduit de sûreté où elles peuvent encore se défendre et quelquefois même chasser l'ennemi, ou au moins obtenir une capitulation honorable. Quand, au contraire, les défenseurs peuvent se retirer, le réduit est destiné à contenir une réserve qui protége la retraite et retarde l'établissement de l'ennemi dans l'ouvrage. Nous avons déjà dit dans le n° 46, qu'il ne faut pas négliger, dans une tête de pont, de placer un petit réduit en avant de chaque pont. Les défenseurs de ces réduits ne se retirent que lorsque les dernières troupes ont effectué leur passage.

Un bon réduit doit pouvoir se défendre lui-même, et il faut qu'il puisse bien battre l'intérieur de l'ouvrage et surtout les points par où l'ennemi peut y pénétrer. Il y a des réduits en terre ou en bois. Ceux en terre, que l'on peut employer quand l'espace ne manque pas, par exemple dans de grandes têtes de ponts, s'établissent comme les ouvrages ordinaires, en ayant soin de donner peu d'épaisseur à leur parapet quand il est à l'abri des coups de l'artillerie. Ces réduits peuvent consister en une simple traverse en terre dont la banquette est palissadée.

Il y a différentes espèces de réduits en bois : on peut employer une clôture en madriers de 0m,12 à 0m,15 d'épaisseur, retenus à l'intérieur par des montants et des traverses, et dans lesquels on perce des *créneaux*, c'est-à-dire des trous par lesquels les défenseurs peuvent faire passer leurs fusils. On forme aussi un réduit ou *tambour*, au moyen d'une ligne de palissades jointives, crénelées et doublées aux joints, ou protégées par un petit talus en terre précédé d'un fossé (fig. 42). Quand on veut avoir un réduit plus solide que ceux en palissades, on emploie des *palanques* *, c'est-à-dire des corps d'arbres jointifs ou

* Souvent on donne aussi le nom de *palanques* aux simples palissades défensives, c'est-à-dire crénelées et à joints doublés de pièces de bois de moindres dimensions, comme celles dont on vient de parler (voyez pour les palissades ordinaires, n° 68).

espacés de $0^m,05$, dans les intervalles desquels on met des rondins de $1^m,30$ de hauteur, formant créneaux. Un double rang de palanques offre déjà quelque résistance à l'artillerie. Le sapin vaut mieux que le chêne quand on a à craindre l'artillerie : le sapin n'est que troué par les boulets, tandis que le chêne vole en éclats.

48. Tous les réduits de sûreté dont nous venons de nous occuper sont à ciel ouvert et ne garantissent pas contre les feux plongeants; c'est pourquoi, quand on a le temps et les ressources nécessaires, il vaut mieux employer des ouvrages complétement fermés et couverts, que l'on appelle *blockhaus**. Le premier blockhaus a été employé par les Prussiens en Silésie, dans la guerre de la Succession (1778). Il avait la forme d'une croix (fig. 44) et ses parois étaient formées de deux rangs de corps d'arbres séparés par une couche de terre de $1^m,30$ d'épaisseur. Il était couvert de poutres jointives, recouvertes de $1^m,60$ de terre ; un parapet de 2 mètres d'épaisseur régnait tout autour de ce terre-plein, et il y avait un *pierrier* (petite pièce d'artillerie lançant des pierres) à chaque angle. Depuis lors, l'expérience a montré qu'il vaut mieux accoler deux rangs de corps d'arbres, que de les séparer en remplissant l'inter-

* Mot allemand qui signifie *maison en charpente*.

valle de terre. On emploie du reste rarement de
reilles parois doubles. Les parois simples suffis
contre le feu de mousqueterie, et les parois doub
ne peuvent pas résister longtemps au canon. L
corps d'arbres qui forment les parois d'un blockha
peuvent être superposés horizontalement ou enfonc
verticalement dans la terre. Dans tous les cas il fa
ménager dans ces parois des créneaux et des éve
pour l'évacuation de la fumée de la poudre. Les o
vertures des créneaux peuvent se trouver à 1m,30
sol, mais il vaut mieux les mettre à 2 mètres
hauteur, afin que l'ennemi ne puisse pas s'en ser
pour tirer dans l'intérieur de l'ouvrage; les défense
montent sur une banquette en bois qui leur sert en mê
temps de lit de camp. Tout autour du blockhaus
établit un petit fossé, et on utilise la terre qu'on
extrait pour la couverture et pour protéger les par
par un talus en terre, allant jusqu'à la hauteur d
créneaux (fig. 43). On doit éviter d'organiser la co
verture du blockhaus en parapet. Le terre-plein se
de réceptacle à la pluie et à la neige, et l'ouverture q
l'on est obligé de laisser dans la partie supérieure e
une cause de danger.

La hauteur intérieure d'un blockhaus doit ê
d'au moins 2m,50 au-dessus du lit de camp, pour q
les défenseurs puissent charger leurs armes sa
peine. Sa largeur intérieure doit être d'au moi
4 mètres s'il n'y a pas de lits de camp, et de 5 mèt
dans le cas contraire. Si l'on veut mettre de l'artille

dans un blockhaus, il faut lui donner au moins 8 mètres de largeur intérieure ; mais l'emploi de l'artillerie est à éviter, à cause de la grande portée que l'on est obligé de donner aux poutres de la couverture, et parce qu'on est promptement enfumé par le tir des canons, malgré les évents.

On peut employer des blockhaus simplement rectangulaires. Quand on veut avoir du flanquement, on emploie la forme en croix (fig. 44), celle de la figure 44 *bis*, ou toute autre qui pourrait être motivée par les circonstances. La porte d'entrée du blockhaus doit être placée sur le côté le moins exposé à l'attaque; elle s'ouvre à l'intérieur et on la munit de bonnes fermetures et d'un créneau. On peut encore la barrer au moyen d'une poutrelle placée transversalement sur deux crochets en fer, fixés dans les montants de la porte et recourbés verticalement.

49. Les blockhaus ne s'emploient pas seulement comme réduits de sûreté. Ils sont nécessaires chaque fois que l'on veut laisser des troupes en permanence dans un ouvrage, car il faut alors les mettre à l'abri des intempéries de l'air. Pourtant, quand l'ouvrage n'a pas assez d'importance pour exiger un réduit, on peut se contenter d'abriter les troupes au moyen de simples baraques en planches. Les blockhaus servent aussi comme ouvrages flanquants dans des fossés non défendus, comme par exemple ceux des redoutes. Il faut éviter de les employer comme

ouvrages isolés, à moins que l'on n'ait pas d'artillerie à craindre.

50. On a adopté en 1830, pour l'expédition d'Alger, un blockhaus à deux étages de feux d'infanterie, suivant le modèle de celui que le maréchal Marmont avait fait construire en Espagne en imitation de ceux qu'il avait vus sur les frontières de la Croatie. Les figures 45, 46 et 47 font comprendre les dispositions de ce genre de blockhaus que l'on appelle *schardacq*.

Le premier étage surplombe, de manière à permettre aux défenseurs de tirer au pied de la paroi du rez-de-chaussée, par des *machicoulis* ou créneaux horizontaux. Les parois sont en madriers de chêne, et la couverture est formée de planches de sapin supportées par des fermes de charpente.

NOTIONS D'ARTILLERIE ET ORGANISATION DES OUVRAGES DE CAMPAGNE POUR LA DÉFENSE PAR L'ARTILLERIE.

---

51. On distingue les *bouches à feu* en *pièces de siége et de place* et en *pièces de campagne*. Ces bouches à feu sont les *canons*, les *obusiers* et les *mortiers*. Les canons lancent des projectiles pleins appelés *boulets* ; les obusiers et les mortiers lancent des *obus* et des *bombes*, projectiles creux qui éclatent par l'effet d'une charge de poudre qu'ils renferment. Toutes les bouches à feu dont on se sert dans l'armée de terre sont en bronze. La marine emploie des pièces en fonte qui seraient trop lourdes pour le service de terre.

Les canons dont on se sert aujourd'hui, dans l'armée de terre française, sont les canons de siége et de place de 24, de 16 et de 12, et les canons de campagne de 12

et de 8 *. Ces chiffres, qui servent à désigner les pièces, représentent le poids du boulet exprimé en *livres* ou en demi-kilogrammes. Le poids des canons eux-mêmes est d'environ 260 fois celui du boulet, pour les pièces de siége et de place, et de 150 fois celui du boulet, pour les pièces de campagne.

Les obusiers et les mortiers ne se désignent pas par le poids des projectiles qu'ils lancent, mais par le diamètre de ces projectiles, exprimé en centimètres. On emploie en France l'obusier de siége de 22 centimètres, les obusiers de campagne de 16 et de 15 centimètres, et l'obusier de montagne de 12 centimètres; les mortiers de 32, de 27, et de 22 centimètres, et le petit mortier de 15 centimètres dont on se sert dans les tranchées, devant une place assiégée **.

Dans les siéges on se sert aussi de *pierriers*, espèces de mortiers lançant des pierres ou des *grenades* à une petite distance. Les grenades sont des espèces de petits obus. Celles de 4 livres se lancent souvent à la main.

Les canons et les obusiers sont aussi employés pour tirer à *mitraille*, c'est-à-dire pour lancer des

* Autrefois il y avait des canons de 4, de 6, de 32, de 48 et même de 64 et de 96. On se sert encore de canons de 30 ou de 36 et de 48 pour la défense des côtes.

** Les obus de $0^m,22$, de $0^m,16$ et de $0^m,15$ pèsent respectivement 24, 11 et 7 kil.; les bombes de $0^m,32$, $0^m,27$ et $0^m,22$ pèsent 73, 49 et 21 kilog.

balles en fer de $0^m,033$ à $0^m,055$ de diamètre * qui, d'abord renfermées dans une *boîte à balles*, s'éparpillent à une certaine distance de la pièce, et sont d'un effet très-meurtrier contre des colonnes de troupes qui ne se trouvent pas à plus de 600 mètres de distance. Les boites à balles pour les canons renferment 41 balles, et pèsent 1 fois $\frac{1}{2}$ le poids du boulet ; celles des obusiers de 12, 15 et 16 centimètres renferment respectivement 21, 70 et 60 balles.

La charge ordinaire des pièces de campagne est de $2^k,00$ de poudre, pour le canon de 12 (ce qui fait le *tiers* du poids du boulet) ; de $1^k,50$ pour le canon de 8 et l'obusier de 16 centimètres ; et de $1^k,00$ pour l'obusier de 15 centimètres. La vitesse moyenne du tir en campagne est de 1 coup par minute. La portée des bouches à feu varie suivant la charge et l'inclinaison du tir. Les canons de 16 et de 24, pointés à 45°, portent jusqu'à 4000 et 4500 mètres. Les mortiers ordinaires peuvent tirer à 3000 mètres ; le mortier à semelle de la marine porte à 4000 mètres. La bonne portée des pièces de campagne tirant à boulets ou à obus est de 1200 à 1500 mètres. Mais le tir à balles (à mitraille), quoique pouvant atteindre à 1200 mètres, n'est efficace que jusqu'à 600 ou 700 mètres.

52. On dit qu'une pièce tire de *plein fouet* lorsqu'elle tire directement sur l'objet qu'elle doit frapper. Quand

* Le diamètre des balles en plomb de l'infanterie est de $0^m,0165$.

cet objet se trouve à une distance telle, que pour l'atteindre il faille pointer directement la pièce vers lui, on dit qu'il est à la distance du *but en blanc*. Le but en blanc des canons de 12 et de 8, chargés de $\frac{1}{3}$ du poids du boulet, se trouve à 500 et 550 mètres. Quand le point à battre est plus près, il faut viser plus bas; quand il est plus loin il faut, au contraire viser plus haut, ce que l'on fait au moyen d'une hausse mobile que l'on applique à la culasse du canon et que l'on élève plus ou moins suivant la distance de l'objet à frapper.

Quand l'objet à battre est dérobé à la vue par un obstacle, comme par exemple les pièces ou les hommes placés derrière un parapet, on ne peut plus l'atteindre par le tir direct ou de plein fouet. On se sert alors du tir courbe, dit à *ricochet* *. On emploie pour ce genre de tir de faibles charges, et l'on pointe la pièce de manière à incliner son axe au-dessus de l'horizon, sous un angle qui ne doit pas excéder une certaine limite. Le boulet après avoir rasé la crête intérieure du parapet, tombe dans l'intérieur de l'ouvrage et ricoche sur son terre-plein. Pour détruire

* Le tir à ricochet a été inventé par le célèbre ingénieur français *Vauban*, au siége de Philippsbourg, en 1688, pour démonter les pièces d'un ouvrage que l'on ne pouvait pas battre de plein fouet. Ce genre de tir est consacré dans les siéges depuis le succès rapide qu'il a eu au siége d'Ath, fait par Vauban en 1697.

canons établis sur la face AB d'un ouvrage (fig. 48),
ut placer une pièce d'artillerie, tirant à ricochet, en
ans le prolongement de AB. Les boulets passant
dessus la crête BC, suivant la ligne *bcd* (fig. 49,)
nnent frapper le terre-plein de l'ouvrage en *d* et se
èvent suivant *de* pour retomber encore; ils peu-
it ainsi faire plusieurs sauts le long de la face AB
. 48) frappant les pièces, cassant les affûts et met-
t les défenseurs de cette face hors de combat. Le
à ricochet doit être plus ou moins *mou* ou *tendu*,
vant la distance et la hauteur du point par dessus
uel les projectiles doivent passer. Le ricochet a
utant plus d'effet que l'angle de chûte est moindre
la vitesse initiale plus grande.

53. Les pièces d'artillerie destinées à la défense
n ouvrage de campagne, peuvent être placées de
nière à pouvoir tirer par dessus le parapet dans
es les directions; ou bien on les place derrière
entailles faites dans le parapet, qui ne permettent
er que dans une direction déterminée. Dans le
er cas les pièces tirent *à barbette;* dans le se-
elles tirent *à embrasures*.

ir à barbette a l'avantage d'offrir aux pièces un
champ de tir; on peut suivre l'ennemi dans
mouvements. Mais les pièces et les canonniers
ervent sont exposés aux feux de l'ennemi. Le
e tir des embrasures est, au contraire, très-
n'embrasse guère qu'une vingtaine de degrés;
ièces et leurs servants sont mieux abrités.

On place ordinairement les barbettes aux saillants des ouvrages, et les embrasures sur les faces et surtout sur les flancs.

54. Une barbette est une espèce de banquette ayant des dimensions suffisantes pour le placement, la manœuvre et le recul des pièces. On l'établit à $0^m,80$ au-dessous de la crête du parapet par-dessus lequel les pièces doivent pouvoir tirer librement. Les servants placés sur la barbette sont, comme on voit, fort à découvert. Pour leur permettre de se mettre à couvert dès qu'ils ont chargé, on établit souvent, à droite et à gauche des pièces et perpendiculairement à la crête, des petites tranchées de $1^m,20$ de profondeur. La hauteur de la crête au-dessus de la barbette, se nomme *hauteur de genouillère*.

Pour tracer une barbette au saillant d'un ouvrage de campagne, on fait à ce saillant un pan coupé de $3^m,30$ (fig. 50) à partir duquel on porte sur la capitale, pour le recul de la pièce, une longueur de $7^m,00$ à $7^m,50$. De l'extrémité *a* de cette distance, on abaisse sur les deux faces de l'ouvrage des perpendiculaires qui limitent l'espace nécessaire à la pièce du saillant. Chaque nouvelle pièce exige, le long de la crête, une longueur de 5 à 6 mètres.

La figure 50 représente une barbette pour 3 pièces. La rampe qui sert à monter les pièces, doit avoir 3 mètres de largeur et n'être pas plus raide qu'à l'inclinaison de $\frac{1}{6}$. Si la barbette ne doit contenir qu'une seule pièce, on la termine en *a* par un pan coupé de 3

mètres, comme l'indique le tracé ponctué de la figure. Ce pan coupé sert de ligne d'arrivée à la rampe. Les talus qui limitent la barbette et sa rampe se tiennent au talus naturel des terres. Une barbette établie sur une face d'ouvrage doit avoir $6^m,00$ de largeur, sur $7^m,50$ de longueur, quand elle ne doit servir que pour une pièce. Si l'on veut en placer plusieurs, on lui donne autant de fois 5 mètres de longueur qu'il y a de pièces.

55. Les pièces qui doivent tirer à embrasures s'établissent à $2^m,50$ au-dessous de la crête de l'ouvrage, et l'on entaille le parapet jusqu'à ce que le fond de l'embrasure ne soit, à sa partie intérieure, qu'à hauteur de genouillère au-dessus du sol. Le fond de l'embrasure est incliné à $\frac{1}{6}$ vers l'extérieur. L'ouverture intérieure de l'embrasure doit être de $0^m,50$, et l'on prend l'ouverture extérieure égale à la moitié de la longueur du fond, de sorte que l'embrasure va en s'élargissant vers l'extérieur. Les surfaces qui retiennent les côtés de l'embrasure se nomment *les joues* et doivent être revêtues suivant un talus raide (fig. 51).

La *directrice* d'une embrasure est la ligne qui joint les milieux des ouvertures intérieure et extérieure du fond de l'embrasure. Ordinairement, la directrice est perpendiculaire à la crête; mais on emploie aussi des embrasures obliques. Toutefois, une directrice oblique ne doit pas faire, avec la crête, un angle moindre de 60°, à moins d'éviter l'inconvénient de la trop grande obliquité, en établissant dans la crête une cré-

maillère ou un crochet perpendiculaire à la directrice, comme on le voit fig. 52.

Lorsqu'il y a plusieurs embrasures les unes à la suite des autres, elles doivent être espacées d'au moins 6m,00, afin que le *merlon* ou la partie du parapet qui les sépare n'ait pas une épaisseur trop faible pour résister au canon. (Voyez fig. 51.)

56. Si l'on posait les bouches à feu sur le terrain ordinaire ou sur un remblai, quelque bien damé qu'il fût du reste, les roues et la crosse de l'affût creuseraient rapidement le sol, ce qui rendrait la manœuvre pénible et lente, le tir incertain, et changerait la hauteur de la genouillère. C'est pourquoi on établit les pièces d'artillerie sur des planchers en madriers, ou *plates-formes*, de 3m,25 de largeur sur 4m,50 de longueur. Les madriers sont assujétis sur trois *gîtes*, ou poutrelles enterrées à fleur du sol ; un *heurtoir*, fixé sur le devant de la plate-forme, empêche les roues de l'affût de dégrader le parapet (fig. 51).

Quand on n'a pas le temps de construire une plate-forme complète, on se contente d'une *plate-forme à la prussienne* (fig. 52). Elle se compose de 4 madriers dont un sous chaque roue et deux sous la crosse de l'affût, que l'on réunit par des traverses assujéties par des piquets. Mais ce genre de plate-forme ne peut être employé pour le tir à barbette, car il ne permet aucun changement de direction pour la pièce.

57. On met les munitions nécessaires à la défense à l'abri des feux de l'artillerie ennemie et des intem-

ries de l'air, dans de petits magasins d'environ ,80 de largeur sur 2_m,00 de hauteur, revêtus en arpente ou de toute autre manière, et recouverts au moins 1^m,00 de terre. On peut creuser ces magasins partie dans le sol ou les établir dans un parapet.

58. On s'oppose aux effets désastreux du tir à ricochet au moyen de *traverses* en terre, établies, de stance en distance, perpendiculairement à la direction du parapet. Un petit fossé qui les précède, st destiné à recevoir les obus qui roulent sur urs talus et à en arrêter les éclats. Ces traverses oivent avoir 3_m,00 de largeur en haut. On les prolonge ordinairement jusqu'à la crête extérieure.

On se sert aussi de traverses mobiles en fascines voyez, nº 85), moins efficaces, mais plus rapidement onstruites que celles en terre.

59. L'artillerie est un puissant auxiliaire pour la défense d'un ouvrage de campagne. Mais pour qu'il y it avantage à s'en servir, il faut que l'ouvrage soit ssez fort par son profil ou sa position pour qu'il ne uisse être facilement emporté, car il faut éviter de e mettre dans la nécessité de perdre de l'artillerie, et urtout de la laisser tomber entre les mains de l'ennemi. En tous cas, lorsqu'on laisse des pièces d'artillerie dans un ouvrage que l'on est forcé d'abandonner, il faut avoir soin de les mettre hors d'usage, au moins momentanément. Le procédé le plus rapide est l'*enclouer* les pièces, c'est-à-dire d'enfoncer dans leur *lumière* un clou carré d'environ 0^m,22 de longueur et

0m,007 d'épaisseur au milieu, avec un renflement à la tête, ou mieux, un clou en acier trempé, à pointe recuite, à tige carrée et portant sur chaque arète des coches ouvertes du côté de la tête. Si l'on en a le temps, on introduit ensuite dans la pièce un cylindre en bois dur ou seulement de la terre glaise, puis on enfonce avec force un boulet enveloppé de feutre, et l'on rabat la pointe du clou à coups de refouloir. L'enclouage ne met pas une pièce complétement hors de service, mais il empêche l'ennemi de l'employer de suite. Il en est de même lorsqu'on peut culbnter une pièce dans un fossé plein d'eau. Quelquefois on se contente d'introduire dans la pièce un boulet que l'on serre fortement au moyen d'éclisses en fer ou en bois.

Mais il vaut mieux tâcher de mettre complètement hors d'usage les pièces que l'on abandonne à l'ennemi. Le moyen le plus efficace est de scier un tourillon, ou de le faire tomber en tirant dessus avec un boulet. On peut aussi chercher à fausser la pièce en tirant dessus, ou bien en la soutenant seulement à ses deux extrémités et allumant un bon feu dessous, puis frappant sur la volée. On peut encore dégrader l'âme de la pièce en y faisant éclater des obus ou des grenades. Enfin on peut essayer de faire éclater une pièce d'artillerie en y introduisant double charge et un ou plusieurs boulets que l'on fixe solidement au moyen d'éclisses en fer; il faut avoir soin de mettre le feu avec une mèche qui donne le temps de s'éloigner. Si la pièce n'éclate pas par ce procédé,

me du moins sera fort dégradée, et par suite, r sera très-incertain.

ır détruire promptement les affûts, on les fait ' en y attachant une bombe. Quant aux poudres on ne peut enlever, on les jette à l'eau, ou bien met le feu après les avoir éparpillées à terre.

FERMETURE DES OUVRAGES.

60. Pour empêcher l'ennemi de surprendre u vrage ouvert en le tournant par sa gorge, on cette gorge par une ligne de palissades ou de ques, à laquelle il est bon de donner une form tionnée ou toute autre à angles rentrants et sai Les issues sont établies dans un rentrant et fe par des barrières.

Pour pouvoir pénétrer dans un ouvrage fer faut pratiquer dans le parapet un passage qu ferme au moyen d'une barrière. Il faut toujours cher à placer ce passage dans un angle rentrant flanqué. Quand on ne peut pas établir un red avant de la barrière, on place une traverse en en arrière de l'ouverture, et on la relie au parap une barrière dérobée aux feux de l'ennemi (fig Quelquefois la traverse est reliée au parapet, c on le voit fig. 54.

61. Les barrières que l'on emploie généralement pour la fermeture des ouvrages de campagne, ont environ 3m,00 de largeur et sont à deux vantaux (fig. 55). Pour des passages seulement destinés à l'infanterie, de 1m,00 à 1m,50 de largeur, on emploie des barrières à un vantail (fig. 56.) Ces barrières exigent des pentures, des gonds, des serrures. Pour des passages peu importants, on peut employer des barrières tournantes, tout entières en bois, comme celle de la figure 57. Une poutrelle taillée dans un tronc d'arbre et traversée par quelques lances, repose sur deux poteaux; elle peut tourner autour d'un tourillon fixé dans un des poteaux; l'autre poteau porte un boulon dans lequel s'engage un trou pratiqué à l'extrémité de la poutrelle que l'on arrête au moyen d'un cadenas ou d'une clavette. Quand le contre-poids formé par le bout du corps d'arbre n'est pas assez lourd, on y ajoute des pierres. La figure 58 représente un autre système de barrière tournante. Un fléau, traversé de lances, tourne sur un axe vertical placé au milieu de l'ouverture; ses extrémités viennent battre l'une en dedans, l'autre en dehors, contre les feuillures formées par des poteaux. Celle qui bat en dedans s'arrête avec une chaîne et un cadenas; on peut aussi fixer un piton dans le fléau, un autre dans le poteau, et les réunir par un cadenas.

62. Pour traverser le fossé devant la sortie d'un ouvrage fermé, on emploie des ponts faciles à démonter. Quand le fossé n'a pas plus de 6m,00 de lar

geur, on enterre sur la berme et la contrescarpe des poutrelles, ou *corps-morts*, que l'on assujétit par de forts piquets. Puis on couche en travers du fossé trois, quatre ou cinq poutrelles qui viennent s'assembler sur les corps-morts, et on les recouvre de madriers qui forment le tablier du pont. Quand la portée est plus grande, on est obligé de soutenir les poutrelles en leur milieu par un chevalet, et si ces poutrelles ne sont pas assez longues pour reposer sur les deux corps-morts, les unes vont de l'escarpe au chevalet, dont elles doivent dépasser le chapeau d'une certaine quantité, et les autres du chevalet à la contrescarpe. On fixe les poutrelles sur le chevalet au moyen de clameaux en fer. Quand on craint une attaque, on enlève le tablier du pont et on retire les poutrelles dans l'intérieur de l'ouvrage. Si l'on veut faire sortir de l'ouvrage quelques hommes d'infanterie, lorsque le pont est enlevé, le passage du fossé peut s'effectuer au moyen d'échelles.

RAPPORT

SUR DES

EXPERIENCES

FAITES A LIÉGE EN 1851-1852

AU MOYEN

D'UN APPAREIL ELECTRO-BALISTIQUE

(SYSTÈME NAVEZ)

DANS LE BUT DE RECHERCHER L'INFLUENCE DE L'ANGLE DE TIR ET DE LA DENSITÉ DU PROJECTILE SUR SA VITESSE INITIALE.

La commission, composée de MM. le lieutenant-colonel DELOBEL et des capitaines SPLINGARD et NAVEZ, qui avait été chargée, en 1850, de déterminer, au moyen de l'appareil Électro-Balistique (système du capitaine Navez), *l'influence de différents modes de chargements sur la vitesse initiale du projectile*, reçut l'ordre de procéder, en 1851, au moyen de ce même appareil, à de nouvelles expériences ayant pour objet de déterminer :

1° *L'influence de l'angle de tir sur la vitesse initiale du projectile tiré à la charge ordinaire;*

2° *L'influence de la densité du projectile sur la vitesse initiale;*

Et 3° Les vitesses initiales des projectiles lancés par les différentes bouches à feu de notre système d'artillerie, avec les charges réglementaires.

Le présent rapport est un compte-rendu de l'exécution des deux premières parties de ces expériences.

DIVISION DU RAPPORT

PREMIÈRE PARTIE.

Détermination de l'influence de l'angle de tir vitesse initiale du projectile.

DEUXIÈME PARTIE.

Détermination de l'influence de la densité du pr tiré avec la pièce de 6 de campagne et à la ordinaire, sur sa vitesse initiale.

PREMIÈRE PARTIE.

---

ermination de l'influence de l'angle de tir sur la vitesse initiale du projectile.

I. *Etat de la question.*

La question de l'influence de l'angle de tir a été troversée. LOMBARD, dans son *Traité du mouvement des projectiles* avance que, « dans une pièce inclinée au-dessus de l'horizon, le boulet pesant en partie sur la charge, résiste à l'expansion du fluide élastique, et par là fait développer une plus grande quantité de ce fluide et en reçoit une plus grande vitesse. »

Les résultats que donne le calcul des vitesses, après le principe généralement admis qu'elles sont, charges égales, en raison inverse des racines carrées des poids ou densités des projectiles, viennent l'appui de l'opinion de LOMBARD. En effet, bien que

DIVISION D

PREMIÈRE

Détermination de l'influence vitesse initiale

DEUXIÈME

Détermination de l'influence tiré avec la pièce de 6 de ordinaire, sur sa vitesse i

PREMIÈRE PARTIE.

nination de l'influence de l'angle de tir sur la vitesse initiale du projectile.

I. *Etat de la question.*

question de l'influence de l'angle de tir a été oversée. LOMBARD, dans son *Traité du mouve- des projectiles* avance que, « dans une pièce in- née au-dessus de l'horizon, le boulet pesant en tie sur la charge, résiste à l'expansion du fluide stique, et par là fait développer une plus grande antité de ce fluide et en reçoit une plus grande vi- se. »

s résultats que donne le calcul des vitesses, ès le principe généralement admis qu'elles sont, rges égales, en raison inverse des racines car- des poids ou densités des projectiles, viennent pui de l'opinion de LOMBARD. En effet, bien que

les vitesses, calculées d'après la loi ci-dessus énoncée, soient les plus petites pour les projectiles les plus pesants, si on passe des vitesses au calcul des forces vives, on trouve que les projectiles les plus denses utilisent mieux la charge que les autres. Si l'augmentation de résistance est produite par le poids du boulet agissant sur la charge en raison du sinus de l'angle de tir, l'effet du moteur devra être aussi augmenté ; et comme, dans ce dernier cas, la masse à mouvoir est restée la même, il y aura, en dernier résultat, augmentation dans la vitesse. Il est vrai que, par cela même que le projectile pèse sur la charge dans le tir incliné, le travail de la partie de la pesanteur qui agit suivant l'axe de la pièce, pendant que le boulet parcourt l'âme, détruit une certaine quantité de la force vive qui serait communiquée au projectile, si cette force rétardatrice n'existait pas; mais cette perte est si faible, relativement au travail utilisé par le boulet, qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte. En supposant qu'entre l'instant où la charge commence à agir contre le projectile, et celui où ce dernier parvient à la bouche de la pièce, il se passe une seconde, supposition évidemment bien au-dessus de la réalité, la pesanteur agissant sur un boulet de 6 livres, tiré à la charge ordinaire sous l'angle de 10 degrés, produirait un travail de 4 , 7 kilogrammes-mètres, estimé suivant la direction de l'axe de l'âme; tandis que le boulet, parvenu à la bouche, serait capable d'un travail initial de 34463 kil.-mèt.

L'opinion de LOMBARD est donc rationnelle, et c'est ırquoi beaucoup d'auteurs l'ont adoptée.

Lorsque l'on calcule les vitesses initiales d'après portées et en supposant la résistance de l'air prortionnelle au carré de la vitesse, on obtient, pour ultat, des vitesses initiales d'autant plus grandes e les angles de projection sont plus considérables. DION, *Traité de Balistique*, page 114). C'est ainsi e, dans les expériences faites à Gavre, en 1841, on rouvé des différences de plus de 160 mètres entre vitesse initiale calculée du boulet de 18 tiré à charge de 1k, 47 sous l'angle de 0°, et celle du me projectile tiré sous l'angle de 10°, avec la me charge. Ainsi donc la plupart des travaux spélatifs publiés sur cette question tendaient à faire adttre un certain accroissement de vitesse corresndant à un augmentation dans l'angle de tir.

On trouve cependant, par exception, dans le Cours rtillerie publié tout récemment en Hollande, à sage des élèves de l'académie militaire de Bréda, tables de tir dans lesquelles figurent des vitesinitiales calculées d'après les portées et les angles lévation, qui décroissent rapidement quand les les de tir augmentent. C'est ainsi que, d'après ces les, la vitesse initiale du boulet lancé par la e de 6 de campagne à la charge ordinaire, qui de 490 mètres sous 0 degré, n'est plus que de mètres sous l'élévation de 2 degrés; et que, r la pièce de 12 livres, la vitesse initiale qui,



certaines limites et pour les mêm
les différences de niveau entre
n'exigent pas de variations dans le
ciens avaient cru pouvoir en conc
tir n'a pas d'influence sensible sur
Mais les portées étant soumises à
telles de variation, qui sont indé
tesse initiale et dont les effets peu
rables, il était jusqu'ici permis de
dité de cette conclusion; et cela,
s'appuie que sur des faits incomp
à cause de l'insuffisance des moy
tandis que l'opinion contraire es
théorie rationnelle.

M. le chef d'escadron DIDION, d
çaise, dans son *Traité de Balistiq*
que des expériences *directes*, faite
ont prouvé que l'inclinaison de l
pas d'influence sur la vitesse init
tons que M. DIDION ne donne pas
les moyens qui ont été employés

que l'on ait fait usage, en France, d'appareils propres à suppléer le pendule à cet égard.

Nous ne pouvons considérer comme preuve *directe*, celle qui est fondée sur la comparaison des portées obtenues sur une terrain horizontal, avec celles obtenues sur un terrain incliné. Les variations dans les angles de départ, la non-coïncidence des centres de gravité et de figure, la position du projectile dans l'âme par rapport à son centre de gravité, etc., ce sont là toutes causes qui peuvent influer considérablement sur les portées, sans modifier sensiblement la vitesse initiale.

Ainsi donc, jusqu'à preuve du contraire, nous pensons que les expériences que nous venons de terminer au moyen de notre appareil électro-balistique, sont les premières qui résolvent, d'une manière directe, la question de l'influence de l'angle de tir sur la vitesse initiale.

II. *Dispositions préparatoires.*

A. *Bouches à feu.*

Il fut prescrit à la commission de se servir, pour ses expériences, de deux pièces de 6 livres en bronze,

l'une de campagne, l'autre de siége, et d'exécuter le tir à la charge ordinaire (1 k.). On fit choix, à cet effet, de deux canons dont le bon état avait été constaté, et qui se trouvaient sensiblement exacts de calibre. Pour des motifs qui seront expliqués plus loin, ce tir n'eut lieu qu'avec celui de campagne. On trouvera, à la suite de ce rapport, le résultat des visites que cette pièce a subies avant et après les expériences.

B. *Munitions.*

Poudre. — On a fait usage d'une poudre d'artillerie fabriquée à Wetteren, en 1848 — couleur, bleu très-foncé — grains anguleux — 270 grains au gramme — portée au mortier éprouvette, obtenue au commencement des expériences :

1er coup. . .	235,40	Moyenne 242,47.
2e — . . .	247,00	
3e — . . .	245,00	

Les charges furent renfermées dans des sachets en serge (charges allongées).

Projectiles et accessoires. — Les boulets furent calibrés au moyen de lunettes, nouveau modèle, ayant les dimensions suivantes :

	mill.
Grande lunette	95,5
Petite lunette.	92,

D'après le diamètre de l'âme de la pièce et les dimensions des lunettes, on avait pour valeur du vent :

	mm.
Moyenne.	2,7
Maximum . . . . , .	3,4
Minimum . . . . , .	2,0

Afin de pouvoir répartir également, sur le tir exécuté sous chacune des élévations, l'influence des variations dans le poids des projectiles, ces derniers ont été classés en 7 groupes, d'après leur poids. Dans le 1er groupe se trouvaient les boulets les plus pesants et dans le 7e ceux les plus légers.

Voici les poids moyens des boulets de chaque groupe :

1er groupe.	2,920
2e —	2,890
3e —	2,885
4e —	2,875
5e —	2,860
6e —	2,848
7e —	2,760
Moyenne générale . . .	2,861

`es différences de poids sont considérables, aussi il fallu multiplier le nombre de coups, afin de straire les moyennes à l'influence perturbatrice variations dans les poids des boulets. Les bou-

lets étaient munis d'un sabot en papier (système Splingard), pesant 0k,070.

Le sabot était fixé au projectile au moyen de bandelettes en coton, le centre de gravité tourné vers le sabot.

c. *Appareil électro-balistique et accessoires.*

L'appareil électro-balistique était placé dans une baraque située à 100 mètres environ en avant de la pièce et à 20 mètres en dehors de la direction du tir ; il se trouvait ainsi parfaitement soustrait aux vibrations du sol et de l'air produites par l'explosion.

Les fils destinés à être coupés successivement par le projectile, furent espacés de 30 mètres.

L'exécution du tir sous des élévations assez fortes nécessitait une disposition particulière du cadre-cible ; voici celle qui fut adoptée.

A 30 mètres de la bouche de la pièce, fut placé un châssis haut de $7^{m},50$ et large de $1^{m},35$, muni d'une tringle le long de chacun de ses montants. Au cadre-cible étaient fixés quatre pitons dans lesquels passaient des tringles qui assuraient la direction du cadre-cible dans son mouvement ascentionnel le long des montants des châssis. On pouvait élever le cadre-cible à la hauteur nécessaire, au moyen d'une corde, dont un bout était fixé au sommet du cadre-cible, et qui passait sur une poulie de renvoi attachée à la traverse supérieure du châssis.

Voici les hauteurs auxquelles le centre du cadre doit être élevé pour chacune des élévations sous lesquelles le tir a été exécuté

Angle de tir.	Hauteur du cadre-cible, au-dessus du prolongement de l'axe de la pièce, cet axe étant horizontal.
— 1°	0m,524
0°	0, 000
1°	0, 524
2°	1, 048
3°	1, 572
4°	2, 098
5°	2, 525
6°	3, 153
7°	3, 683
8°	4, 216
9°	4, 751
10°	5, 290

En faisant varier la hauteur du cadre-cible pour que le boulet pût, à chaque coup, en atteindre le centre, il fallait nécessairement faire aussi varier la position du fil placé à la bouche de la pièce, afin de conserver toujours un espace de 30 mètres entre les deux fils coupés successivement par le boulet; et c'est ce qui eut lieu, en rapprochant du cadre-cible, chaque fois que l'angle de tir augmentait, le 1er fil, c'est-à-dire celui placé à la bouche de la pièce.

Voici de quelles quantités on a fait varier la distance horizontale de 30 mètres, pour conserver tou-

jours une longeur de 30 mètres aux distances obliques.

Angle de tir.	Quantité à retrancher des 30
— 1°	0m,005
0°	0, 000
1°	0, 005
2°	0, 018
3°	0, 041
4°	0, 073
5°	0, 114
6°	0, 165
7°	0, 224
8°	0, 292
9°	0, 369
10°	0, 456

Le boulet de 6 tiré à la charge ordinaire, ne s'abaissant, par l'action de la pesanteur, que de 0 ,017 environ, pendant qu'il parcourt les 30 premiers mètres à compter de la bouche du canon, on a pu considérer cette partie de la trajectoire comme rectiligne, et négliger la variation que l'abaissement du projectile produisait sur la distance qui séparait les fils coupés.

Si les différences entre les angles de départ et les angles de projection avaient été considérables, il eût fallut en tenir compte. On nota, pendant les premières séances, la hauteur des fils coupés; mais comme on s'aperçut bientôt que le boulet coupait presque toujours le fil qui se trouvait à la hauteur

donnée par le calcul de la tangente de l'angle d'élévation, on fut en droit d'en conclure que les angles d'élévation et de départ coïncidaient assez pour qu'il fût inutile de s'occuper de ces différences.

III. *Exécution du tir et résultats obtenus.*

Le tir a été exécuté en sept séances, qui eurent lieu pendant les journées des 18, 22 et 23 décembre 1851, et des 22, 25, 26 et 27 mars 1852.

La pièce (celle de campagne) était placée sur une plate-forme de siége horizontale.

L'élévation était donnée au moyen d'un quart de cercle à niveau à bulle d'air (système prussien), que l'on posait sur une règle en acier longue d'un mètre, parfaitement dressée, et placée de champ dans l'âme de la pièce.

Une petite traverse, fixée à la hampe du refouloir, réglait l'enfoncement de la cartouche.

Le feu était communiqué à la charge au moyen de l'étoupille à friction (système Dambry).

Il avait d'abord été prescrit à la commission de

tirer dix coups sous chacun des angles suivants savoir :
— 1°, 0°, 1°, 2°, 3°, 4° et 5°.

Le tir, ayant eu lieu dans toutes les conditions déterminées ci-dessus, a fourni les résultats moyens que voici :

Angles de tir.	Vitesses initiales.
—1°	483m,92
0°	486, 26
1°	478, 75
2°	482, 57
3°	485, 53
4°	488, 25
5°	480, 21

Ces résultats paraissent tendre vers une augmentation de vitesse correspondant à une augmentation de l'angle de tir; mais, en admettant qu'il y eût réellement augmentation de vitesse, la loi en restait ensevelie sous les variations accidentelles des vitesses. — Tout ce que l'on pouvait donc jusque-là conclure avec certitude, de ces résultats, c'était que l'influence de l'angle de tir sur la vitesse est très-peu considérable.

La commission demanda alors l'autorisation de pouvoir augmenter le nombre des coups à tirer sous chaque élévation, afin d'obtenir des moyennes moins altérées par les variations accidentelles des vitesses.

Cette autorisation lui fut accordée par M. l'Inspec-

teur général de l'artillerie, qui prescrivit en même temps de pousser les investigations jusqu'à l'angle de 10 degrés. Afin d'obtenir des différences plus marquées, la commission crut à propos de ne procéder d'abord à ce nouveau tir que sous des élévations croissant de 2 en 2 degrés, depuis 0° jusqu'à 10° et d'en attendre les résultats pour décider ensuite s'il y avait lieu ou non de continuer le tir sous les angles intermédiaires, pour compléter la série croissante de degré en degré.

Voici les vitesses obtenues. Les moyennes sont prises sur 10 coups pour les angles de tir de 0°, 2°, 4°, 6° et 8° et sur 15 coups pour l'angle de tir de 10°.

Angles de tir.	Vitesses initiales.
0°	486m,05
2°	488, 02
4°	483, 45
6°	481, 55
8°	491, 82
10°	486, 85

Ainsi donc une élévation de 10 degrés n'a pas augmenté la vitesse initiale.

Considérant ensemble les résultats de ce dernier tir et ceux du premier, nous avons, d'une part, 20 coups tirés sous chacune des élévations de 0°, 2° et 4°; et d'autre part, 15 coups tirés sous 10°; or, si nous en prenons les moyennes de vitesse obtenues, nous trouvons :

Angle de tir	Vitesse initiale.
0°	486m,16
2°	485, 39
4°	485, 86
10°	486, 85

L'influence régulatrice du grand nombre de coups sur la moyenne devient ici évidente, et il ne peut rester aucun doute en ce qui concerne l'effet de l'angle de tir sur la vitesse initiale, c'est-à-dire que cet effet peut être considéré comme nul dans les circonstances de tir où nous sommes placés pour l'exécution de ces expériences.

En présence d'un résultat si positif, la commission a cru parfaitement inutile de continuer le tir sous les élévations intermédiaires de 1, 3, 5, 7 et 9 degrés.

Le tir avec la pièce longue ne pouvant que fournir des résultats analogues à ceux obtenus au moyen de la pièce courte, puisque la charge est déjà suffisamment utilisée dans cette dernière pièce, pour qu'une augmentation de résistance, due à une partie de l'action du poids du projectile sur la charge, ne produise pas d'augmentation de vitesse, la commission a également jugé superflu de répéter l'expérience avec la pièce longue.

IV. Conclusions.

Nous pouvons conclure, d'après les résultats des expériences directes qui viennent d'être relatées, que, dans le tir des canons à la charge du tiers du poids du boulet, l'angle de tir, dans les limites de — 1 à 10 degrés, n'a pas d'influence sensible sur la vitesse initiale du projectile.

Le raisonnement nous conduit à conclure qu'il doit en être de même pour le tir à charges plus faibles que le tiers du poids du boulet.

Reste maintenant à savoir si, lors de l'emploi de charges plus fortes que celle du tiers du poids du boulet, une augmentation de résistance du projectile, due à l'élévation, n'augmente pas sa vitesse initiale, en rendant plus complète la combustion de la charge dans la bouche à feu?

Quant à l'effet de l'élévation sur la vitesse initiale dans les bouches à feu à âme courte, on ne peut en juger avec certitude d'après les résultats que nous avons obtenus avec le canon.

Enfin, si des investigations sur le tir élevé, exécuté avec des charges plus fortes que le tiers du poids du boulet, n'offriraient, à notre avis, que peu d'intérêt, nous pensons, au contraire, qu'il serait

aussi curieux qu'utile d'entreprendre des expériences sur le tir des obusiers courts, avec leurs charges diverses et sous différents angles d'élévation.

NOTE SUR LE CALCUL DES VITESSES INITIALES.

L'appareil électro-balistique donnant directement le temps employé par le projectile pour franchir l'espace de 30 mètres qui séparait les deux fils coupés successivement, il s'agissait de déduire de cette donnée la vitesse initiale.

Nous avons suivi à cette fin la méthode exposée par M. Didion, dans son *Traité de Balistique*, parce que cette méthode, qui tient compte de la résistance de l'air, en la considérant comme proportionnelle à une fonction de la vitesse représentée par (V^2 + BV^3) permet d'obtenir des résultats de calcul très exacts.

On a pour valeur du temps employé par un projectile pour franchir un espace x (1) :

---

(1) Voir l'ouvrage cité, pour la notation de cette formule et des autres expressions qui suivent.

$$t = \frac{x}{V \cos \varphi} \left[\left(1 + \frac{\alpha V \cos \varphi}{r}\right) \frac{e^{\frac{\alpha x}{2c}} - 1}{\frac{\alpha x}{2c}} - \frac{\alpha V \cos \varphi}{r} \right]$$

Pour le tir horizontal, on a $\cos \varphi = 1$, et lorsque l'arc de trajectoire peut être confondu avec sa projection, $\frac{\alpha}{r}$, qui représente le rapport de ces deux quantités, devient aussi égal à l'unité. La valeur est réduite dans ces cas à :

$$t = \frac{x}{V} \left[\left(1 + \frac{V}{r}\right) \frac{e^{\frac{x}{2c}} - 1}{\frac{x}{2c}} - \frac{V}{r} \right]$$

Nous avons pu faire usage de cette dernière formule pour calculer V, connaissant la valeur de t, même pour le tir sous différents degrés d'élévation, en ayant soin de prendre les valeurs de x sur le prolongement de l'axe de la pièce. Il a été expliqué comment cette valeur de x restait constante et égale à 30 mètres.

On a pour valeur de $2c$:

$$2c = \frac{P}{A \pi R^2 g}$$

Pour le tir à boulet, la valeur de A est de

$$A = 0,026 \frac{1,208}{\delta}\left(0.74 + \frac{0,047}{0,05 + 2\,R}\right) (1)$$

$$\frac{1}{r} = 0.0023$$

2 R, diamètre du boulet $= 0^m,0928$
P, poids moyen $= 2^k,861$
$\pi = 3,1415926.$

La densité de l'air δ, qui entre dans la valeur de A, a été calculée pour chaque séance de tir. Les observations qui ont servi à établir δ ont été faites avec beaucoup de précision. La hauteur barométrique et les indications du psychromètre d'August, sont consignées au procès-verbal de chaque séance.

La valeur de δ est donnée par la formule :

$$\delta = 1,2991 \frac{H}{0,76} \frac{1 - 0,0025295\,s}{1 + (0,00575 + 0,0004264\,s)\,t} (2)$$

dans laquelle H représente la hauteur du baromètre, t la température et s la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, l'unité correspondant à la saturation complète.

La vitesse que la pesanteur imprime aux corps

(1) Didion, p. 54.
(2) Id. p. 57.

dans la première seconde de leur chute g, a été calculée par la formule

$$g = \frac{9,8057\,(1 - 0,002588 \cos\lambda)}{1 + \frac{5h}{4}}$$

λ, latitude du champ d'épreuve $= 50°,39',22''$

H, altitude du même champ $= 54,54$ mètres.

Ce qui donne $g = 9^{m},81058$.

L'altitude du champ d'épreuve a été calculée en prenant pour point de départ la hauteur de la Meuse au-dessus du niveau de la mer, laquelle est indiquée à l'échelle du pont des Arches à Liége, et en tenant compte de la pente de ce fleuve, depuis Liége jusqu'au champ d'épreuve.

DEUXIÈME PARTIE.

Détermination de l'influence de la densité du projectile, tiré avec la pièce de 6 de campagne et à la charge ordinaire, sur sa vitesse initiale.

Etat de la question.

Lorsqu'on suppose toute la charge employée utilement à produire le mouvement du projectile, la moitié de la force vive initiale de ce dernier, représente le travail du moteur : P étant le poids du projectile et V sa vitesse initiale, le travail du moteur sera donc représenté par :

$$\frac{P}{2g} V^2;$$

et l'on aura pour le travail, utilisé par un autre projectile d'un poids P′ et d'une vitesse initiale V′ :

$$\frac{P'}{2g} V'^2$$

ne tient pas compte de l'accroissement de
u moteur, qui résulte d'une augmentation
sistance que lui oppose le mobile, on pourra
lorsque le tir sera exécuté à la même

$$PV^2 = P'V'^2,$$

lire que, en admettant les hypothèses que
enons de mentionner, les vitesses sont en
inverse des racines carrées des poids des
les ou de leurs densités, lorsque leurs vo-
ont égaux.

règle, que HUTTON a conclue des résultats
ropres expériences, est assez généralement
e comme approximation suffisante pour la
e. — On peut cependant prévoir qu'elle sera
moins exacte, suivant que les circonstances
éaliseront plus ou moins complètement les
èses sur lesquelles elle se fonde. Il résulte,
, des diverses expériences qui ont été faites
yen du pendule balistique, que, dans la rela-

$$V = V' \frac{P'^{\frac{1}{m}}}{P^{\frac{1}{m}}}$$

la valeur de m ne peut être constante ; et, quand on compare avec soin les résultats de ces expériences, on reste convaincu de la nécessité de rechercher directement la valeur de cet exposant, non-seulement pour chaque bouche à feu, mais encore pour chaque quotité de charge. C'est qu'en effet les facteurs, qui influent sur la relation qui existe entre les vitesses initiales et les poids des projectiles, sont trop nombreux pour qu'on puisse espérer trouver une relation applicable à toutes les bouches à feu et à toutes les charges, avec une exactitude suffisante.

Il était intéresant pour notre artillerie de connaître avec exactitude, l'effet de la densité du projectile lancé par nos pièces de 6 de campagne, sur sa vitesse initiale, afin de pouvoir apprécier l'avantage qui résulterait de l'emploi d'un boulet dont la densité serait plus forte que celle de notre boulet ordinaire — ces données d'expériences, complétées par d'autres sur les vitesses conservées aux différentes distances du tir, devant ensuite fournir une solution directe et complète de la question. Or, comme les règles déduites des expériences exécutées au moyen du pendule balistique pour apprécier l'influence du poids du projectile sur sa vitesse initiale, ne peuvent fournir des résultats suffisamment exacts, il était tout naturel que les recherches expérimentales à entreprendre dans ce but eussent lieu en faisant usage de notre *appareil électro-balistique*. Nous aurons

soin de comparer les résultats de nos expériences avec ceux que l'on obtiendrait par le calcul et dans les mêmes circonstances de tir, en employant les règles théoriques et empiriques qui ont été posées sur la même question par divers auteurs.

II. Dispositions préparatoires.

a. Bouche à feu. On a fait usage de la même pièce de 6 de campagne que dans la première partie des expériences.

b. Munitions. Comme dans la première partie, sauf que l'on a employé des projectiles de densités différentes, consistant en boulets creux du calibre de 6 (modèle servant à la confection des shrapnells) dont les uns vides et les autres remplis d'un mélange de tournure de fer et de plomb, avaient été exactement amenés aux poids respectifs de $1^k,50$ — $2^k,00$—$2^k,50$ —$3^k,00$—$3^k,50$.

L'emploi de mélanges homogènes mais à proportions variables pour chacune de ces 5 catégories de projectiles, avait pour but de rapprocher autant que possible les centres de gravité et de figure.

Les poids inscrits ci-dessus, répondent respectivement aux densités suivantes :

3,820, — 4,775—5,966—7,163—8356.

Pour obtenir le poids de 3, 5 kilog., il a fallu

remplir entièrement le boulet creux de plomb coulé; et pour y parvenir, on a même quelquefois dû refouler le plomb au moyen d'un poinçon, afin de remplir les soufflures et de pouvoir ajouter une petite quantité de ce métal.

III. Exécution du tir et résultats obtenus.

Le tir, exécuté d'ailleurs de la même manière que celui relaté dans la première partie de ce rapport, a eu lieu horizontalement.

Les moyennes ont été prises sur huit coups; et, comme on a fait usage de boulets de cinq densités différentes, le nombre total des coups tirés a été de 40.

Ces 40 coups ont été tirés en une seule séance (29 déc. 1851).

Les vitesses initiales ont été calculées d'après la méthode exposée dans la note qui termine la première partie du présent rapport.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus; il indique aussi les différentes données qui ont pu influer sur ces résultats.

Poids du projectile (k°).	Densité du projectile.	VITESSE INITIALE OBTENUE POUR CHAQUE COUP.								Vitesse initiale moyenne des huit coups.	DONNÉES QUI ONT PU AVOIR DE L'INFLUENCE SUR CES RÉSULTATS.	
1.50	3.820	631.21	635.97	641.63	643.95	631.30	631.20	643.68	646.76	640.71	Calibre de la pièce (mètres) . .	0,0955
											Diamètre moyen du boulet (mètr.)	0,0928
2.00	4.775	555.68	574.25	597.66	557.90	561.43	587.14	541.57	564.14	567.47	Vent (mètres)	0,0027
											Poids de la charge (kil.) . . .	1,000
2.50	5.969	504.65	517.58	532.62	512.81	494.13	530.69	514.74	531.30	517.33	Longueur de l'âme (mètres). . .	1,5280
											Poids du sabot en papier (kil.) .	0,0900
3.00	7.163	479.03	460.26	522.08	465.89	470.66	458.99	476.41	485.12	477.30	Portée de la poudre au m^r éprouv.	242,47
3.50	8.356	446.40	435.96	451.33	432.61	453.60	433.18	450.06	439.70	442.88	Densité de l'air, à midi, le jour de l'exécution du tir.	1,3331

IV. Examen des résultats obtenus et comparaison avec les expériences faites à l'étranger.

Cherchons d'abord à déterminer, d'après les résultats inscrits au tableau qui précède, la relation analytique existant entre les vitesses initiales et les poids des boulets.

Puisque nous avons fait usage de projectiles égaux en volumes, les poids seront dans les mêmes rapports que les densités, et l'on aura par conséquent;

$$\frac{P}{P'} = \frac{D}{D'}$$

Cela posé, voyons comment les résultats de nos expériences s'appliquent à l'expression

$$V = V'\left(\frac{P}{P'}\right)^{\frac{1}{m}} \text{ ou } V = V' \sqrt[m]{\frac{P'}{P}}$$

d'où l'on tire

$$m = \frac{\log. \frac{P'}{P}}{\frac{V}{V'}}$$

En comparant successivement chacune des vi-

…nitiales moyennes qui figurent au tableau …les qui la suivent dans la colonne, on ob…r m les dix valeurs suivantes :

$$m = \frac{\log. \frac{2}{1,5}}{\log. \frac{640,71}{567,47}} = 239$$

$$m = \frac{\log. \frac{2,5}{1,5}}{\log. \frac{640,71}{517,33}} = 2,38$$

$$m = \frac{\log. \frac{3}{1,5}}{\log. \frac{640,71}{477,30}} = 2,34$$

$$m = \frac{\log. \frac{3,5}{1,5}}{\log. \frac{640,71}{442,88}} = 2,28$$

$$m = \frac{\log. \frac{2,5}{2}}{\log. \frac{567,47}{517,33}} = 2,41$$

$$m = \frac{\log. \frac{3}{2}}{\log. \frac{567,47}{477,30}} = 2,35$$

$$m = \frac{\log. \frac{3,5}{2}}{\log. \frac{567,47}{442,88}} = 2,26$$

$$m = \frac{\log. \frac{3}{2,5}}{\log. \frac{517,33}{477,30}} = 2,26$$

$$m = \frac{\log. \frac{3,5}{2,5}}{\mathrm{og.} \frac{517,33}{442,88}} = 2,17$$

$$m = \frac{\log. \frac{3,5}{3}}{\log. \frac{477.30}{442,88}} = 2,06$$

On voit que la valeur de *m* approche assez de 2 pour les projectiles les plus denses, mais qu'elle tend à augmenter lorsque les boulets dont on compare les vitesses, sont moins denses.

Si nous prenons la densité moyenne entre chaque couple de projectiles qui entre dans l'expression de chaque valeur, de *m*, et que nous la mettions en regard de cette valeur, nous obtenons la table suivante, dans laquelle les densités moyennes sont classées par ordre de grandeur, en commençant par les plus faibles :

Densité moyenne.	Valeur de m.
4,297	2,39
4,894	2,38
5,372	2,41

5,491	2,34
5,969	2,35
6,088	2,28
6,565	2,26
6,566	2,26
7,162	2,17
7,759	2,06

Pour régulariser ces valeurs de *m* qui correspondent aux densités moyennes, nous emploierons une construction graphique.

La courbe Pl. 1 a été construite en prenant pour abscises des longueurs proportionnelles aux densités moyennes, et, pour ordonnées, des hauteurs proportionnelles aux valeurs de *m* correspondantes.

Il a été facile de reconnaître qu'elles étaient les ordonnées qui devaient subir des corrections pour concourir à la formation d'une courbe régulière.

Cette courbe nous a servi de moyen d'interpolation pour obtenir les valeurs de *m* qui correspondent à des densités moyennes croissant régulièrement entre 4 et 8, et pour former la table suivantes qui pourra être utile, quand on voudra calculer très-exactement la vitesse initiale d'un boulet du calibre de 6, de poids connu, tiré à la charge ordinaire :

Densités moyennes	Valeur de m.
4,000	2,39
4,500	2,39
5,000	2,37
5,500	2,36
6,000	2,32
6,500	2,27
7,000	2,19
7,500	2,11
8,000	2,09

La droite sur laquelle les abscisses sont comptées, ayant été supposée, dans la construction, se trouver à une distance de l'axe des abscisses égale à 2, il s'ensuit que le point où la courbe coupe cette droite, indique la densité à laquelle correspond $m = 2$. Or, cette densité moyenne étant de 8,0, il en résulte que la loi de la proportionnalité inverse des vitesses initiales aux racines carrées des poids ou densités, est rigoureusement applicable à la comparaison des vitesses initiales de deux projectiles qui, ayant une densité moyenne de 8,0 et le calibre du boulet de 6 , seraient tirés à 1 kilog. de charge avec notre canon court.

Pour nous faire une idée juste du degré d'exactitude avec lequel il est nécessaire de déterminer la valeur de m, proposons-nous de calculer la vitesse

ale du boulet de 6 en fonte (pesant $2^k,861$ et nt 6,831 de densité), qui a servi aux expériences l'influence de l'angle de tir, en partant de la sse de $640^m,71$, imprimée au boulet creux de ne calibre (pesant $1^k,5$, et dont la densité est de 20) — ces deux projectiles étant, bien entendu, s à la même charge de 1 kilog. Or, si nous fais ce calcul, d'abord en supposant les vitesses rsement proportionnelles aux racines carrées densités (HUTTON, $m = 2$); puis en supposant raison inverse des racines quatrièmes (DUCHE-, $m = 4$), et enfin en prenant $m = 2,35$, qui est valeur correspondant, dans la table précédente, densité moyenne de

$$\frac{6,831 + 3,820}{2} = 5,325 \text{ ; nous obtenons :}$$

$$\text{pour } m = 2,\ V = 640,91 \sqrt{\frac{1,5}{2,861}} = 563.93$$

$$\text{pour } m = 4,\ V = 640.71 \sqrt[4]{\frac{1,5}{2,861}} = 544,25$$

$$\text{et pour } m = 2,35,\ V = 640,71 \sqrt[235]{\frac{1.5}{2,861}} = 486,83$$

Ainsi donc pour $m = 2,35$, la vitesse calculée du let pesant $2^k,861$ est égale à $486^m,83$, tandis que



lui sont attribuées par HUTTON et par
car, pour $m = 2$, la vitesse trouvée
de 22m,23; tandis que, pour $m = 4$,
culée est trop grande de 58m,09.

PIOBERT donne l'expression empi
de la vitesse initiale imprimée au b
tion de la charge et du poids du pro

$$V = B\sqrt{\log.\left(1+\frac{C}{P}\right)}$$

B étant une constante à détermine
rience pour chaque espèce de poud
che à feu.

Cette expression, pour le tir exécu
de 1 kilog., dans la même pièce et
lets de densités différentes, fournit la

$$\frac{V}{V'} = \sqrt{\frac{\log.\left(1+\frac{1}{P}\right)}{\log.\left(1+\frac{1}{P'}\right)}}\quad V = {}'\sqrt{\frac{\log.\left(1+\frac{1}{P}\right)}{\log.\left(1+\frac{1}{P'}\right)}}$$

En employant cette relation au calcul de la vitesse du boulet de 6 pesant $2^k,861$, on trouve

$$V = 640{,}71\sqrt{\frac{\log.\left(1+\frac{1}{2{,}861}\right)}{\log.\left(1+\frac{1}{1{,}5}\right)}} = 490^m{,}98$$

valeur beaucoup plus approchée de celle obtenue directement (puisqu'elle n'en diffère que de $4^m,82$) que celles qui résultent, ainsi que nous venons de le voir, de la règle formulée par HUTTON et surtout de celle proposée par M. DUCHEMIN.

M. DUCHEMIN pour prouver qu'à charges égales les vitesses initiales des projectiles tirés avec la même pièce, sont en raison inverse des racines quatrièmes de leurs densités respectives, cite une expérience de HUTTON, dans laquelle il a été tiré des boulets en plomb et des boulets en fer; et à cette occasion. M. DUCHEMIN pose la proportion

$$\sqrt[4]{11{,}345} : \sqrt[4]{7{,}166} : : 701 : 613,$$

dans laquelle 11,345 est la densité du plomb, 7,166

celle de la fonte, 701 et 613 les vitesses (exprimées en pieds) obtenues respectivement pour les boulets de plomb et pour ceux de fonte.

Le 4e terme de cette proportion, dit M. DUCHEMIN, devait être 625 et ce nombre diffère peu de 613. Remarquons cependant que si l'on prend pour inconnue l'indice du radical, et que l'on adopte les autres quantités numériques de la proportion, on obtient :

$$m = \frac{\log. \frac{11,345}{7,166}}{\log. \frac{701}{613}} = 3,37$$

Ce qui donne à m une valeur notamment plus petite que celle proposée comme règle par M. DUCHEMIN.

Nous ferons aussi remarquer que le rapport des densités du plomb et du fer, d'après les nombres adoptés par M. DUCHEMIN, est plus grand que celui des poids des boulets indiqués par HUTTON. Si le rapport des densités était trop grand, la valeur de $m = 3,37$ serait aussi trop grande et devrait être encore diminuée ; mais il est possible que la différence entre le rapport des densités et celui des poids, tienne principalement à une petite différence qui existait entre les diamètres des boulets en plomb et ceux des boulets en fonte. Cette circonstance, qui est indiquée par Hutton, n'est pas mentionnée par M. DUCHEMIN, bien qu'il y eût été avantageux de le

faire, puisqu'elle tend à augmenter la valeur de m.

Si nous considérons en outre que ces expériences de HUTON ainsi que les autres citées par M. DUCHEMIN, ont été exécutées au moyen d'armes de faible calibre, dans des circonstances qui ne sont pas celles du tir des pièces d'artillerie, et dans un temps où le pendule balistique n'était pas parvenu au degré de perfection auquel il a été amené depuis par l'artillerie française, il nous est bien permis, croyons-nous, d'avoir peu de confiance dans l'exactitude des conclusions que l'on en a tirées.

L'examen de l'ensemble des expériences sur lesquelles HUTTON fonde la loi de la proportionnalité inverse des vitesses aux racines carrées des poids des projectiles, permet au contraire d'accepter cette règle comme une approximation qui peut être utile, mais qui cependant, dans beaucoup de cas, ne fournirait pas des résultats assez exacts.

Il est probable d'ailleurs que la relation entre les densités et les vitesses n'est pas toujours la même que celle entre les poids et les vitesses, et qu'ainsi la loi qui serait applicable à la comparaison des vitesses initiales de deux projectiles sphériques de même calibre et de poids différents, ne serait plus exacte s'il s'agissait d'un boulet et d'un projectile allongé de poids différents, bien qu'ils fussent de même calibre.

Au reste, pour savoir positivement à quoi s'en tenir à cet égard, il faudrait des expériences délicates

et surtout des moyennes prises sur un grand nombre de coups.

Parmi les expériences exécutées à Washington pendant les années 1843 et 1844, et qui ont été publiées par le capitaine Mordecai (1), il s'en trouve qui ont pour objet la détermination de l'influence de la densité du projectile sur sa vitesse initiale.

Ces expériences paraissent avoir été exécutées avec soin et doivent inspirer beaucoup de confiance.

Elles ont portées sur différents calibres et différentes charges. Il est à regretter que les moyennes n'aient pas été prises sur un plus grand nombre de coups ; car, dans des questions de cette nature, 1 ou 2 coups ne suffisent point pour donner des moyennes concluantes ; et c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer les irrégularités que présentent les valeurs de l'indice m qui affecte les radicaux de la proportion.



$$V : V' :: \sqrt[m]{D'} : \sqrt[m]{D}$$

valeurs, qui varient en effet entre 2,54 et 1,26, et

(1) Expériences sur les poudres de guerre faites à l'arsenal de Washington, publiées par A. Mordecai, traduites par Rieffel, — Paris, Corréard, 1846.

sur la varition desquelles la quotité de la charge n'a pas eu d'influence régulière. Il est probable que si le nombre de coups avait été plus grand, M. Mordecai serait arrivé, comme nous, à déterminer la valeur de *m* d'après la densité moyenne des projectiles comparés ; et, il est certain qu'il eût trouvé des valeurs de *m* variant avec la charge.

M. Mordecai trouve égale à 2,11 la valeur moyenne de *m*, qu'il obtient en combinant deux à deux les vitesses de chaque coup, et il en conclut que « cette « valeur, différant peu de $m=2$, confirme la règle « généralement admise, que les vitesses des boulets « de différents poids, chassés par une même charge, « sont à peu près en raison inverse des racines car- « rées de leurs poids » ; il ajoute plus loin « que « cette règle ne représente plus avec exactitude les « résultats des expériences, lorsque la variation de « poids est très-grande. »

Nous ne pouvons, d'après les résultats de nos propres expériences, admette ces conclusions de l'expérimentateur américain ; car, d'après ces résultats, la valeur de l'exposant *m* ne dépend pas de la différence entre les densités des projectiles comparés, mais bien de leur densité moyenne. Remarquons toutefois que, dans la pratique, une grande différence entre les densités des projectiles comparés entraîne ordinairement une faible densité moyenne et, par suite, une valeur de *m* notablement plus grande

Les charges employées dans les expériences de Washington sont toutes plus faibles que le 1/3 du poids du boulet : Il n'est donc pas étonnant que M. MORDECAI parvienne à une valeur moyenne de m moins forte que celles qui résultent de nos expériences; — car les faibles charges étant toujours mieux utilisées que les charges plus fortes, il est évident qu'en faisant usage des premières on se rapproche de la réalisation des hypothèses qui conduisent à la théorie $m=2$.

Les expériences faites à Lorient ne laissent aucun doute à cet égard Dans ces expériences, on a tiré, au moyen d'une pièce de 30, des boulets pesant les uns 15k,400, les autres 10k827, en employant les charges de 1k,00, 2k,50 et 5k00, La comparaison des vitesses initiales abtenues avec les poids des projectiles donne pour m les valeurs suivantes :

CHARGE.	1k,00	2k,50	5k,00
Valeur de m	2,225	2,519	3,868

Les vitesses dont on a fait usage pour établir ces valeurs de m, sont celles dont serait animé un boulet de même diamètre que celui de l'âme : ces valeurs sont donc plus faibles que celles que l'on obtiendrait d'après des résultats de tir avec boulets ayant du vent; mais dans tous les cas, nous les croyons trop fortes.

V. *Application des résultats obtenus.*

Pour faire ressortir l'utilité des résultats des expériences dont nous venons de rendre compte, il nous reste à les appliquer à la solution de quelques questions concernant la densité de nos projectiles.

Nous pouvons représenter la loi de variation de la vitesse initiale du projectile en fonction de sa densité, par une courbe dont les abscisses soient proportionnelles aux densités, tandis que les ordonnées correspondantes représentent les vitesses initiales. La courbe indiquée « *Courbe des vitesses initiales* » à la Pl. II, représente, d'après les résultats de nos expériences, cette loi pour le boulet du calibre de 6, tiré à la charge de 1 kilogramme, dans notre pièce de campagne. La légende indique la construction de cette courbe. Nous ferons remarquer que, puisqu'il s'agissait de projectiles sphériques de mêmes calibres, et par conséquent aussi de mêmes volumes, on a pu prendre indifféremment, pour abscisses, les poids ou les densités.

La courbe des vitesses initiales nous donnera le moyen d'obtenir par interpolation la vitesse d'un boulet du calibre de 6, d'un poids quelconque compris entre 1,50 e 3,5 kilogrammes.

C'est par ce procédé graphique que nous avons

construit la table suivante, qui indique les vite des boulets du calibre de 6, tirés à la chargt 1 kilog. dans notre canon de campagne pour dee riations de poids croissant de 50 en 50 grammes

Poids du boulet.	Vitesse initiale.	Poids du boulet.	Vitesse initiale.	Observati
1k.500	641	2k.550	512	Les vitesses soulignées sont les résultats de l'expérience; les autres ont été obtenues par la construction graphique.
1.550	630	2.600	508	
1.600	621	2.650	504	
1.650	612	2.700	500	
1.700	604	2.750	496	
1.750	597	2.800	493	
1.800	590	2.850	489	
1.850	584	2.900	485	
1.900	578	2.950	481	
1.950	572	3.000	477	
2.000	567	3.050	473	
2.050	561	3.100	469	
2.100	555	3.150	465	
2.150	549	3.200	462	
2.200	544	3.250	459	
2.250	539	3.300	455	
2.300	534	3.350	452	
2.350	529	3.400	449	
2.400	525	3.450	446	
2.450	521	3.500	442	
2.500	517			

Maintenant que nous avons les vitesses initiales actes imprimées aux boulets du calibre de 6 de fférentes densités, par la charge d'un kilogramme, ous possédons les données nécessaires pour nous ndre compte du degré d'influence de la densité du ojectile du calibre de 6 sur l'utilisation de la arge ordinaire de guerre. — La force vive initiale projectile étant représentée par $M V^2$, le travail nt le boulet sera capable à la bouche du canon aura ur expression $\frac{M V^2}{2} = \frac{P V^2}{2g}$ dont la valeur numérique présentera l'effet utile de la charge.

Voici les résultats du calcul de $\frac{M V^2}{2}$ pour les bous de différentes densités qui ont été tirés dans nos périences :

Poids du boulet P	Vitesse initiale V	Travail dont le boulet est capable à la bouche du canon $\frac{M V^2}{2}$
3k.50	442m,88	34986 kil. mètres.
3,00	477,30	34832 »
2,50	517,33	34099 »
2,00	567,47	32824 »
1,50	640,71	30968 »

On voit que les boulets le
mieux la charge que ceux d
prévu ; mais ce qu'il impor
que pour les fortes densités,
vail utilisé par le projectil
sible.

En effet, l'accroissement d
est de $0^k,50$, et l'accroissem
respondante est de 2150 k.
est de $\frac{1,50}{0,50} = 3$, et celui de
considérable à l'accroissem
de $\frac{30668}{2156} = 10,5$. Si nous
gue pour les poids de 3 ,00 e
pondantes, nous obtenons le
et $\frac{34832}{155} = 224,7$; il en résul
du poids à l'accroissement
à 6), celui de la force vive à
vive est devenu environ 2
donc une certaine densité à
s'arrêter.

Pour éclairer cette questi
courbe qui représente la loi
vail utilisé par le project
(*Pl. II*). Les abscisses so
densités et les ordonnées s
moitié des forces vives initi

que, à l'inspection de cette courbe, que, vers la partie qui correspond aux projectiles les plus denses, deux ordonnées consécutives diffèrent peu entre elles, on peut en conclure que les projectiles de 6 dont le poids ne diffère pas beaucoup de 3 kilog. développent et utilisent assez la charge d'un kilog., dans notre pièce de 6 de campagne, pour que, sous ce rapport, il n'y ait pas grand avantage à augmenter la densité du boulet.

Il pourrait y avoir du doute sur la question de savoir si la courbe du travail initial a une ordonnée maximum, ou, en d'autres termes, s'il existe une densité du projectile qui produise le plus grand effet et au-delà de laquelle une augmentation de poids soit nuisible?

Pour discuter cette question reprenons la relation

$$V = V' \frac{D'^{\frac{1}{m}}}{D^{\frac{1}{m}}}$$

Nous avons dit quelles hypothèses il faut admettre pour arriver à la valeur théorique constante de $m = 2$. Si maintenant nous ne conservons plus l'hypothèse de l'utilisation complète de la charge, tout en continuant à admettre qu'une augmentation de densité ne produit pas un développement plus considérable du moteur, m devient variable et ses diffé-

rentes valeurs convergent v
pouvoir atteindre cette limit
tique la force motrice dével
plètement utilisée par le pr
dans ce cas, représenterait
valeurs de *m* d'après la de
projectiles comparés, tour
l'axe des abscisses et aurait
à cet axe à une distance 2.
respondrait alors à une der
grande, et il en résulterait q
de la courbe, représentant
par le projectile, serait aus

Mais passons maintenant
lité.

La courbe des valeurs de
périences (Pl. I.), nous mo
valeurs n'ont pas 2 pour li
rant les vitesses des projecti
de 1_k,00, dont la densité
8,000, la valeur de *m* devie
Elle paraît même devoir déc
jusqu'à l'unité, c'est-à-dire
moyennes très-grandes (ce
rement dans la pratique la
tiles de densités peu différen
que les vitesses sont entre
des densités.

L'effet de la densité du pr

pement de la force motrice, change donc entièrement les conditions de variation de la valeur de m. Or, comme on ne pourrait, sans risquer de commettre de graves erreurs, fixer des limites finies à la valeur de m, nous nous abstiendrons de pousser ici nos conjectures beaucoup plus loin que ne le comportent le résultat de nos expériences; mais nous pensons cependant que, dans la pratique, on arriverait, si l'on possédait des projectiles assez denses, à une valeur finie minimum de m, et que, par conséquent, il y aurait aussi une valeur maximum du travail utilisé par le boulet.

Il a été prouvé par ce qui précède, que l'on n'obtiendrait pas un grand avantage, sous le rapports du développement et de l'utilisation de la charge, en employant dans le tir de notre pièce de 6 courte, un boulet plus dense que celui dont on fait usage actuellement.

Afin de compléter l'examen de l'effet de la densité du boulet dans notre tir de campagne, nous allons rechercher par le calcul, en attendant qu'on le fasse au moyen de l'appareil électro-balistique, les vitesses et les forces vives que conservent les projectiles des différentes densités qui ont été soumises aux expériences, à diverses distances de la bouche

I.

En supposant le tir exécuté horizontalement et en faisant abstraction de l'effet de la pesanteur sur le projectile (mouvement rectiligne), on a pour ex-

pression de la vitesse qu'il conserve à une distance x de la bouche à feu :

$$v = \frac{V}{\left(1 + \frac{V}{r}\right) e^{\frac{x}{2c}} - \frac{V}{r}} \quad (1)$$

Les vitesses restantes, inscrites au tableau suivant, sont le résultat du calcul au moyen de cette formule, pour les distances de 100, 300, 500, 700, 1,000 et 1,500 mètres. Les vitesses restantes aux distances intermédiaires ont été obtenues par interpolation en faisant usage d'une construction graphique (Pl. III).

(1) *Traité de Balistique* de DIDION, p. 125.

POIDS DU PROJECTILE (KILOG.).	ESSE INITIALE.	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
1,50	640,61	4 67,34	366	273,76	228	180,73	151	124,05	107	90	73,94	67	61	54	48	42,08
2,00	567,47	451,30	380	312,03	264	217,75	188	160,76	141	122	106,33	94	84	75	66	56,92
2,50	517,33	433,50	374	313,87	279	240,23	211	186,82	167	150	132,17	120	110	100	88	78,16
3,00	477,30	413,89	366	319,46	287	256,27	227	204,08	184	168	151,61	139	127	11[illegible]	106	96,57
3,50	442,8	395,15	355	317,27	289	259.60	235	215,38	198	172	166,03	154	143	132	121	111,56

Le tableau suivant indique le travail dont le projectile reste capable aux distances de 500, 1,000 et 1,500 mètres $\left(\frac{MV^2}{2}\right)$

	POIDS DES PROJECTILES.				
	3,50	2,00	3,50	2,00	1,50
Travail initial....	30668 kilm.	32824 kilm.	34079 kilm.	34832 kilm.	34987 kilm.
Tavail disponible à 500 mètres.	2486 »	4655 »	7353 »	10042 »	12022 »
» 1000 »	418 »	1152	2215 »	3515 »	4929 »
» 1500 »	135 »	330 »	797 »	1485 »	2220 »

L'avantage du projectile le plus pesant sur les autres est déjà considérable a 500 mètres; il de-

vient énorme aux grandes distances de tir; et l'emploi d'un boulet du poids de 3k,50 pour notre canon de 6 court paraît bien propre à compenser le désavantage de la faiblesse relative de ce calibre. — Il est vrai que l'affût serait un peu plus fatigué, mais pas trop cependant, puisqu'il est construit pour résister au tir de la boîte aux balles qui pèse 4k,41.

On pourrait craindre que l'emploi d'un boulet du poids de 3k,50, partant avec une vitesse de 443 mètres, moins grande, par conséquent, que celle de 486 mètres, dont serait animé le boulet ordinaire en fonte, n'eût pour effet de diminuer l'espace dangereux aux distances moyennes du tir. C'est en effet ce qui aurait lieu aux distances qu'exigent un certain angle de tir, le projectile le moins dense avait conservé une vitesse plus grande que l'autre; mais il n'en est pas ainsi; nous allons le faire voir.

Remarquons que les abscisses qui répondent aux points d'intersection des courbes d'interpolation dont nous avons fait usage pour trouver les vitesses conservées (Pl. III), représentent les distances auxquelles les boulets des différentes densités possèdent, deux à deux, des vitesses égales. Le relevé de ces abscisses fournit les résultats suivants, qui prouvent ce que nous avons avancé plus haut :

Le boulet pesant 1k,50 est réduit à la même vitesse que celle du boulet pesant :	2k,00 à. .	. 160 mètres.
	2,50 à. .	. 186 mètres.
	3,00 à. .	. 205 mètres.
	3,50 à. .	. 225 mètres.

Le boulet pesant 2k,00 est réduit à la même vitesse que celle du boulet pesant :	2,50 à. . . 3,00 à. . . 3,50 à. . .	254 mètres. 276 mètres. 285 mètres.
Le boulet pesant 2k,50 est réduit à la même vitesse que celle du boulet pesant ·	3,00 à. . . 3,50 à. . .	275 mètres. 300 mètres.
Le boulet pesant 3k,00 est réduit à la même vitesse que celle du boulet pesant :	3,50 à. . .	380 mètres.

Il serait néanmoins convenable, plutôt par économie que pour satisfaire rigoureusement aux conditions rationnelles résultant de la discussion qui précède, de n'employer des boulets plus denses que ceux ordinaires, qu'au tir exécuté à de grandes distances : c'est ainsi que l'artillerie anglaise entend l'emploi de ses obus remplis de plomb (*compound shells*).

La densité réglementaire de nos boulets, qui est de 6,950, est inférieure à celle des boulets français et anglais, qui sont respectivement de 7,032 et 7,228. Cette différence a une certaine influence sur les résultats du tir.

Les tableaux suivants donnent une idée de cette influence ; ils ont été calculés pour deux boulets du même calibre (1), ne différent entre eux que par la densité :

(1) Cette vitesse initiale est un peu plus petite que celle obtenue directement dans le tir exécuté pendant la première par-

Densité.	Force vive initiale.	FORCE VIVE RESTANTE À 100	500	1000	1500
Belge 6,950	36877	27205	10092	3426	1332
Angl. 7,228	36648	27728	10654	3756	1329

Densité.	Vitesse initiale.	VITESSE RESTANTE À (MÈTRES). 100	500		1500
Belge 6,950	484 (1)	417	454	148	94
Angl. 7,228	475	415	156	152	97

Ce tableau des forces vives fait voir que l'avantage du projectile le plus dense sur l'autre, n'est pas à dédaigner ; cet avantage ne ressortait pas clairement du tableau des vitesses.

---

tie des expériences (486m). La différence, qui est environ de 2m, tient à ce que les boulets dont nous avons fait usage n'avaient pas tout à fait la densité réglementaire ; leur densité n'était que de 6,831

Nous avons fait usage, pour la première partie des expériences, de boulets pris parmi ceux de l'approvisionnement de la place de Liége et qui présentaient de grandes irrégularités de densité (1).

Il s'y trouvait des boulets dont la différence de poids atteignait presque 200 grammes, et, cette variation de poids, si elle était due entièrement à une différence dans la densité, ferait varier la vitesse initiale d'environ 12 mètres (2). Lorsque la diminution de poids provient de soufflures intérieures, il peut arriver que le diamètre du boulet le plus léger approche de celui de la grande lunette de vérification; alors la diminution de la masse à mouvoir et la diminution du vent concourent à augmenter la vitesse initiale. Quand, au contraire, un boulet très-dense se trouve être d'un diamètre approchant beaucoup de la petite lunette, il arrive que la vitesse initiale est diminuée. Ces cas particuliers peuvent correspondre à certaines dispositions accidentelles de la charge et des accessoires, propres à augmenter ou à diminuer la vitesse initiale, et alors on obtient des

---

(1) Cet approvisionnement est ancien ; il date d'une époque à laquelle les projectiles étaient encore fournis à l'armée par l'industrie privée.

(2) La construction graphique qui donne cette variation de vitesse est indiquée Pl. II.

résultats anormaux dont les écarts peuvent être considérables. Or, comme les variations dans la densité sont d'autant moins grandes que ces densités sont plus fortes, l'avantage d'obtenir des boulets dont la densité approche du maximum pour le métal dont ils sont confectionnés, ne peut échapper. Ainsi, par exemple, des boulets en fonte dont la densité moyenne serait 7,000, ne pourraient pas beaucoup varier de poids, tandis qu'il en serait autrement s'il s'agissait de boulets en plomb qui auraient 10 pour densité moyenne, lorsque ce dernier métal a ordirement une densité de 11,35. C'est d'ailleurs le caractère de toute quantité qui approche de son maximum de ne plus subir de grandes variations.

Il est à propos de faire remarquer que, si deux projectiles de même calibre, mais de densités différentes et qui partent par conséquent avec des vitesses initiales qui ne sont pas égales, peuvent fournir les mêmes portées, il n'en sera pas ainsi en général; et que, pour obtenir un tir régulier, il est nécessaire d'avoir des boulets dont la densité soit aussi régulière que possible.

Le peu de force vive que doit posséder un projectile pour être efficace contre des troupes, semble au premier abord rendre inutile l'emploi d'un projectile plus dense que celui en fonte; mais il ne faut pas perdre de vue que la grande densité a pour effet de rendre la trajectoire plus tendue dans le tir aux grandes distances et de diminuer les causes de déviation.

RÉSUMÉ

Cette seconde partie des expériences a été fertile, tant en résultats pratiques, qu'en déductions utiles sous le rapport théorique. Nous les résumons ci-après.

Les différentes règles qui ont été proposées comme établissant une relation entre les vitesses initiales et les densités des projectiles, ne peuvent fournir des résultats de calculs suffisamment exacts; il est donc nécessaire d'approprier les expressions générales de cette relation à chaque système de bouche à feu (pièce, charge et projectile), au moyen des résultats d'expériences exécutées avec ce système, en y faisant varier un seul facteur de l'effet définitif : la densité du projectile.

On a construit une table des données nécessaires pour le calcul exact des vitesses initiales du boulet de 6 tiré à la charge d'un kilogramme, dans notre canon de campagne, suivant la densité du projectile.

Il a été prouvé, par des considérations basées sur les résultats des expériences, que la quantité représentée par *m* dans la relation $V : V' :: \sqrt[m]{D'} : \sqrt[m]{D}$, n'a pas 2 pour valeur limite, et que la valeur de *m* est une fonction de la densité moyenne des deux projectiles comparés.

Il a été établi *qu'une augmentation de la densité de notre projectile de* 6 *serait d'un effet important sur les résultats du tir aux grandes distances.*

Enfin, l'avantage d'avoir des projectiles variant peu de densité, a été démontré, et on a reconnu qu'il serait utile de chercher à obtenir des boulets aussi denses que ceux coulés en Angleterre.

Liége, le 24 mai 1852.

Le Président de la commission,
Signé DELOBEL,
Lieutenant-colonel, directeur de l'école de Pyrotechnie.

Le Rapporteur,
Signé NAVEZ,
Capitaine commandant d'artillerie.

Visite de la pièce avant l'exécution des expériences.

FONDERIE DE CANONS.

Visite de l'âme du canon court en bronze, n°
marqué N^s , pesant 965^k , coulé en 1819 à la F
par Maritz :

Le calibre à la bouche	fort de	0,0020
0,10	id.	0,0004
0,20	id.	0,0002
0,30	id.	0,0001
0,40	id.	0,0001
0,50	exact.	
0,60	id.	
0,70	id.	
0,80	id.	
0,90	fort de	0,0001
1,00	id.	0,0006
1,10	id.	0,0007
1,20	id.	0,0003
1,30	id.	0,0013
1,40	id.	0,0004
1,50	id.	0,0004

L'âme est assez lisse.

Cette pièce aurait besoin d'un nouveau grai
elle était admise pour des expériences.

Liége, le 2 août 185

Le contrôleur
Signé DOUTREW

Vu.
Le Directeur de la fonderie de canons.
Signé FRÉDERIX.

a pièce
cution
ences.

FONDERIE DE CANONS.

le l'âme d'un canon de 6 de campagne en
ıarqué N^{s}, n° 165, pesant 965^{k}, coulé à la
819, auquel il a été mis un nouveau grain

bre pris à l'entrée fort de		0,0023
0^{m},10	id.	0,0004
0,20	id.	0,0002
0,30	id.	0,0002
0,40	id.	0,0001
0,50	id.	0,0001
0,60	id.	0,0001
0,70	id.	0,0001
0,80	id.	0,0001
0,90	id.	0,0004
1,00	id.	0,0007
1,10	id.	0,0007
1,20	id.	0,0004
1,30	id.	0,0023
1,40	id.	0,0008
1,50	id.	0,0006

al de lumière a 0,0053; sans évasement à
e intérieur.

Liége, le 5 avril 1852.

DELVOIE. *Signé* DOUTREWE, *contrôleur.*

Directeur,
FRÉDÉRIX.

ESSAI DE PROJET

Qui indique en général les moyens et l'ordre qu'il faut suivre pour trouver le meilleur alliage de metaux propre aux pièces de canon, et le chemin qu'il faut prendre pour donner aux métaux les qualités convenables à la fonte des pièces de canons, on donne aussi le secret de pousser toutes les scienccs et les arts à un plus grand point de perfection, ce qui mérite l'attention du roi et celle de ses ministres.

Tiré des manuscrits de Lombard.

Monsieur,

Dans la dernière lettre que M. de Malezieux m'é-
t en réponse au second mémoire que j'ai eu l'hon-
r de lui envoyer au sujet de la nouvelle méthode,
faire tirer à une pièce de canon, dix coups dans
 minute; ce qui peut avoir son bon dans certains
, comme il en convient avec moi, il me marque
, parmi les choses utiles à la société et à l'État, les
 sont plus utiles que les autres, que l'on doit
 conséquent s'attacher à ces premières, préféra-

eu trop de complaisance, mais dans tous ces verbiages n'y eut-il que deux mots de bon, je serai trop heureux ; si au contraire, monsieur, vous n'y trouvez que des pensées trop légères et trop hasardées, ne les regardez, je vous en supplie, que comme de faibles productions d'un esprit qui commence à travailler. Je passe au fait.

Ordinairement, lorsque l'on a fait jusqu'à présent l'épreuve d'une nouvelle fonte de pièces de canon, il me semble que l'on n'a point pris toutes les précautions pour s'assurer de la bonté de la fonte ; car, suivant les ordonnances de la cour, chaque pièce doit tirer trois coups ; si après ces trois coups d'épreuve, elle ne laisse apercevoir aucun défaut essentiel, elle est reçue et réputée de bon service. Selon moi, monsieur, ces trois épreuves ne sont bonnes que pour garantir la main-d'œuvre du fondeur, et lui assurer le salaire de ses peines ; c'est une loi à laquelle les fondeurs sont assujettis pour les engager à ne rien négliger dans leur fonte. Mais ces trois coups d'épreuve sont, selon moi, peu de chose pour s'assurer de la résistance du métal : je voudrais que l'on ne fondît jamais de pièces sans faire auparavant une épreuve d'une pareille pièce fondue exprès, telles que celles qui doivent se fondre ; que l'épreuve que l'on en ferait, fut de lui faire tirer après les trois coups, qui ne sont que pour assurer la main-d'œuvre, encore autant de coups qu'elle pourrait en tirer dans un siége. Si une pièce sou-

tient cette épreuve, ne peut-on pas présumer et assurer avec raison que toutes celles dont l'alliage, les proportions et la façon sont les mêmes, que ces pièces, dis-je, sont en état de soutenir un siége et plusieurs s'il le faut? Bien entendu que l'épreuve ne sera point faite avec la même charge que celle des trois premiers coups, mais à la charge de la moitié du boulet, qui est celle dont on se sert ordinairement devant une place. Une pièce peut fort bien résister à trois coups et ne pas résister au quatrième, au dixième et au vingtième, etc... Le siége de Philisbourg nous a confirmé cette vérité par les fâcheuses épreuves d'une partie des pièces qui y ont servi. Si à une pièce de chaque fonte, l'on avait fait supporter une pareille épreuve, n'aurait-on pas prévenu l'inutilité ou le peu de service d'une partie de ces pièces? Il y en a eu au siége de Philisbourg qui ont été hors de service du premier coup, d'autres après dix ou douze coups, d'autres après un plus grand nombre. L'on ne peut point dire d'où provient cette différence de défectuosité, que d'une manière fort générale, sans entrer dans le détail essentiel de ce qui en a été la cause, l'œil ne pouvant pénétrer dans l'ordre et l'arrangement d'une quantité innombrable de petites parties qui échappent même au jugement.

M. de Valière a bien voulu ne pas désapprouver, il y a quelques années, la pensée de l'épreuve que je viens de proposer, lorsque j'eus l'honneur de la lui

communiquer; et sans savoir si on l'a fa
demment, M. de Valière a lui même fait
épreuve à Lyon, pour ces nouvelles p
l'on ne fore qu'après les avoir fondues
masse, quoique je croie que toutes les foi
a donné une nouvelle fonte l'on a fait cett
comme il est naturel pour s'en assurer;
encore faire à toutes les fontes de pièces, b
trefois l'on ait fait une épreuve sur par
et pareille méthode, tant à cause des q
métaux qui y sont employés, que par ra
façon de la fonte, qui est sujette à chang

C'est sur de pareilles épreuves que l'o
par l'expérience le secret de former des
de canon telles qu'on les souhaite, ou
approchant. Je dis par l'expérience, parce
selon moi, la plus sûre voie pour réus
prétends pas, par là, bannir tout raisonnem
sique, et laisser au hasard la seule gloire
découvrir ce secret; il faut que cette scien
tribue de son côté: les expériences donne
à des raisonnements, et les raisonnements p
ront de nouvelles expériences; cette a
d'expériences et de raisonnements cond
être heureusement au but que l'on se prop
ce que l'on a d'autant plus lieu de présumer
aujourd'hui, la physique n'est devenue prof
la recherche de la nature, que par la gra
tité d'expériences auxquelles tous les sa

dernes se sont livrés. Ces grands hommes ont commencé à découvrir le nœud gordien que la nature leur cachait, et l'on n'a jamais vu faire aux sciences tant de progrès que lorsque l'on s'est attaché à faire beaucoup d'expériences. C'est par cette méthode que M. Jean-Paul Bignon, président de l'Académie royale des sciences, a découvert et donné au public le secret de convertir le fer forgé en acier, et l'art de faire des ouvrages en fer fondu, aussi fins que du fer forgé; et c'est aussi par cette méthode d'expérience que je suis persuadé que l'on trouvera un alliage bien meilleur que celui que l'on a aujourd'hui, pour ne pas risquer de dire tel que l'on désire A mon goût jamais livre ne m'a plus satisfait que celui de cet au-[illegible]r. Il va pas à pas, et il examine et combine si [illegible]reusement et avec tant de capacité tous les évé-[illegible]ments de ses expériences, qu'il n'y en a pas [illegible]e, quelque contraire qu'elle paraisse, qui ne con-[illegible]bue à le conduire à son but. Si les raisonnements [illegible]'il fait sur les premières expériences l'engagent à [illegible] proposer de nouvelles, même inutiles par les [illegible]ts qu'elles produisent, et qui ne semblent point, [illegible]r ainsi dire, répondre à son sujet, il en tire toujours l'avantage, parce que cet excellent génie était trop [illegible]uadé par le bon fond de science qu'il avait, qu'en d'expériences et d'opérations matérielles, la éloignée de la fin que l'on se propose, peut don- à un esprit éclairé et capable de combinaisons d'attention, quelques lumières pour conduire au

but que l'on se propose, par le rapport général que toutes les choses ont entre elles, comme émanées d'un même et unique principe. Mais, monsieur, mon dessein n'est point d'entreprendre l'éloge d'un si excellent homme, et qui lui est dû avec tant de justice ; une jeune plume comme la mienne ne doit point se risquer à flétrir des lauriers dont les hommes de premier ordre doivent le couronner. C'est assez, monsieur, m'entretenir de cette méthode d'une manière générale et à ne rien déterminer. Je passe au fait.

Selon ma pensée, la bonté des pièces, telles que la cour les souhaite aujourd'hui, dépend de trois choses.

La première, de l'alliage des matières que l'on emploie dans la composition des pièces de canon, c'est-à-dire de la quantité pondérique de chaque espèce de métal.

La deuxième, de l'alliage de chaque espèce de métal que l'on doit employer, par l'union que la fonte leur doit donner, ce qui comprend toute la façon du fondeur, c'est-à-dire le temps pour fondre le métal, les moyens de le rafiner et purifier, les degrés de chaleur dans l'instant de la fonte, la quantité de métal superflu pour comprimer le métal de plus en plus à mesure qu'il se refroidit, les ingrédients consumptifs qui peuvent entrer dans la fonte pour servir à donner au métal une union plus intime, la forme et la façon des fourneaux, et tout autre chose

que l'esprit pourra imaginer, contribuera à la perfection de l'art, que l'on se propose de trouver par quantité d'expériences.

La troisième, des proportions que chaque pièce de canon d'un calibre quelconque doit avoir dans ses différentes parties, soit dans sa longueur, soit dans ses épaisseurs.

Je reviens au premier de ces articles. Il est sûr que l'alliage des différents métaux qui exigera la moindre épaisseur sera le meilleur, s'il supporte l'effort des pièces en tirant; les pièces en coûteront moins et elles seront plus faciles à conduire en campagne.

Or donc, pour trouver cet alliage de métaux, voici comme je m'y prends : sans rien déterminer encore de positif et de bon sur la longueur et l'épaisseur des pièces sur lesquelles je veux faire des expériences, je détermine pourtant à celles que je veux faire fondre, certaine longueur et certaine épaisseur, parce qu'il leur en faut absolument donner, peu importe lesquelles, parce que, quoique ces proportions ne soient point les plus convenables, elles ne laisseront pas que de me conduire de même à la connaissance du meilleur alliage, qui ne dépend proprement que des parties des métaux que l'on emploie. Ces proportions quelconques étant donc déterminées pour un temps, je fais fondre des pièces composées d'un seul et unique métal, par exemple d'abord une de fer, une de cuivre, une de rosette, une de plomb, une d'é-

tain et ainsi de tous les autres métaux, à l'exception de l'or et de l'argent, qui sont trop précieux et que l'on doit épargner.

Ayant une pièce fondue de chacun de ces métaux, dont les dimensions soient les mêmes et dont la façon dans la fonte a été uniforme dans toutes les parties qui pouvaient souffrir l'uniformité et l'égalité, par rapport à l'espèce particulière de chaque métal, et fondues enfin suivant la méthode, qui, aujourd'hui est reconnue la meilleure, je fais tirer à chacune de ces pièces en particulier, toujours également chargée à la moitié ou aux trois quarts du boulet, tant de coups que bon me semble, et également espacés les uns des autres, afin de toujours suivre un ordre, sur lequel je puisse assurer mon raisonnement autant que les soins et la prudence humaine peuvent l'exiger. Après un certain nombre de coups j'examine l'état de la pièce, l'altération sensible qu'elle a pu souffrir dans ses parties et je dresse un mémoire, pour me servir de moyen de comparaison avec ceux des autres pièces. Si la pièce ne s'ouvre point, ou n'éclate point petit à petit ou tout-à-coup, après un certain nombre de coups, ou si elle ne se trouve point hors d'état de pouvoir servir, j'augmente la charge et je lui fais tirer avec cette nouvelle charge encore un autre nombre de coups, dont je dresse toujours des états, pour servir de terme de comparaison, en observant de marquer toutes les circonstances qui pourraient faire produire des effets différents. Si, après

cette seconde décharge tirée, la pièce ne se trouve pas encore hors d'état de servir, ne s'ouvre, ni n'éclate, comme mon but est de lui faire produire un de ces trois effets pour pouvoir combiner la résistance par le nombre de coups qu'elle soutiendra, avec celles des autres pièces déjà fondues ou à fondre, j'augmente encore la charge de la pièce et lui fais encore tirer un certain nombre de coups, comme ci-dessus, en observant les mêmes choses; et si la pièce ne produit point un des trois effets que je me propose, j'augmente encore la charge jusqu'à ce qu'elle en produise un; ou bien, faisant fondre une autre pièce d'un même métal et de la même qualité, je lui donne moins d'épaisseur, c'est pourquoi, si je prends cette dernière résolution, je fais fondre les pièces qui doivent être de son épaisseur, ou pour mieux faire encore, je donne à ces pièces des proportions si minces, qu'elles ne peuvent manquer de produire un des trois effets que je demande, et alors je commence par les tirer avec des charges qu'elles puissent d'abord soutenir, en augmentant dans la suite, et quoique j'aie déterminé l'épaisseur si mince, j'en dois tirer le même avantage pour la combinaison que je me propose d'en faire, les effets étant toujours proportionnés à leurs causes; car, il est constant que si une pièce de fer qui aurait par exemple 2 pouces d'épaisseur résiste à plus de coups qu'une pièce de rosette, qui aura la même épaisseur, je puis conclure et assurer, qu'une pièce de fer de 4 pouces d'épaisseur de métal,

résistera plus qu'une pièce de rosette aussi de 4 pouces, abstraction faite des accidents qui pourraient survenir par la fonte car jusqu'ici, je l'ai toujours supposée uniforme et égale, ou du moins approchant. Si même, pour pousser les expériences à un plus grand scrupule et par conséquent à une plus grande perfection, l'on fond plusieurs pièces égales de fer, plusieurs de rosette, plusieurs de plomb etc., les avantages que l'on est assuré de tirer de ces expériences auront un fondement des plus solides; et si, lorsqu'une pièce à force d'avoir tiré s'ouvre ou éclate, l'on s'aperçoit qu'une soufflure qui a affaibli cette partie en a été la cause, il ne faut point tabler sur les effets d'une telle pièce, mais recommencer, sur une autre pareille, son expérience, en ne la quittant point que l'on n'ait quelque chose d'aussi positif qu'on le peut avoir et ainsi des autres accidents que l'on remarquerait. etc.

Après avoir fait l'expérience sur une pièce, je fais l'expérience sur chaque autre pièce en particulier, en observant toujours les conditions qui peuvent rendre les choses égales ou approchant de l'égalité, comme je l'ai déjà dit ci-devant. Cette remarque sera censée dite dans tous les cas qui l'exigeront.

Les expériences faites sur chaque pièce en particulier, et les mémoires en étant dressés, je les examine, en en tirant toutes les notes que je croirai pouvoir me servir dans les expériences que je me proposerai de faire pour la perfection du secret que je cherche, en rédigeant toutes les remarques en des

espèces de principes, qui seront l'abrégé de tous ces mémoires, ce qui donnera dans la suite aux expériences que je me propose, une grande facilité.

L'on sera peut-être surpris que dans les métaux dont j'ai fait ci-dessus l'énumération, j'aie compris le plomb, qui de tous est celui dont les parties sont les plus flexibles, et les plus faciles à se désunir, et par conséquent peu propre à la résistance, mais, puisque l'étain est entré jusqu'à présent dans la fonte des pièces de canon, pour modérer l'aigre des autres métaux, le plomb peut aussi avoir une propriété particulière à son espèce, que l'on ne s'est point imaginée jusqu'à présent, que l'expérience pourra découvrir, et qui peut-être ne contribuera pas peu à la perfection de l'art pour lequel je forme ce mémoire; d'ailleurs pour rendre les expériences complètes et ne point essuyer de reproches, je crois que l'on ne doit rien négliger, parce que je suis persuadé que ces expériences étant faites avec toutes les précautions que l'on pourra imaginer, les remarques que l'on en tirera en forme de principes et d'axiomes étant données au public, ne contribueront pas peu à la perfection d'autres arts. D'ailleurs, l'expérience confirme tous les jours qu'une chose qui semblait peu contribuer à l'objet que l'on se propose, en devient quelquefois une partie si essentielle, que sans elle on ne réussirait pas.

Depuis que l'on travaille à la composition et décomposition de la nature par l'art de la chimie, l'on a

découvert quantité de beaux secrets qui ont été d'une grande utilité, tant pour la perfection des arts, et leurs embellissements, que pour la conservation de la vie; et si l'on consulte tous ceux qui ont travaillé à de si beaux secrets sur ce qu'ils cherchaient, on en trouvera très-peu qui ne diront, s'ils veulent l'avouer de bonne foi, que c'était tout autre chose. Un heureux hasard a donc fait presque tout leur raisonnement et la raison n'y a eu de part que dans une certaine conduite, même pas toujours; ce n'est donc qu'à force de faire des opérations sur la nature que l'on en découvre les merveilles. Depuis quand l'opinion des savants s'est-elle affermie sur la nature de l'excavation des mines? ce n'est que depuis que M. de Valière, cet excellent génie, a reconnu que l'on ne pouvait s'assurer d e cette opinion que par l'expérience; malgré ces préjugés que l'on en pouvait avoir, l'on peut voir dans ses mémoires les soins qu'il s'est donnés pour assurer son jugement et celui des autres savants sur cette matière; le paraboloïde y est reconnu, le flambeau à la main; je veux dire par l'expérience même qui confirme la raison.

Je reviens à l'expérience qui fut faite sur mes pièces.

Lorsque l'on aura fait comme je l'ai dit ci-devant l'expérience sur chaque pièce composée d'un seul métal, dont on aura tiré des notes, il est sûr qu'on leur trouvera à toutes des défauts par rapport aux qualités que l'on se propose de donner à l'espèce de la

ıte que l'on cherche, et ces défauts différeront tous tre eux à cause de la différente nature de chaque es- ɔe de métal, On apercevra dans les unes des dé- tuosités toutes contraires.; celles de fer auront la ɔpriété d'éclater par pièces et par morceaux, nme il a été confirmé par des expériences ; celles plomb et d'étain auront celle que leurs parties ont trop de facilité à s'éloigner les unes des autres changer de place, par le frottement intérieur du ilet. L'activité du feu qui s'insinue trop facile- nt entre les petites parties de ce métal, et donne ébranlement si fort et si général à toute la pièce, fait ı, profitant d'une partie plus faible par rapport à égalité d'arrangements entre ces petites parties, natière subtile s'y forme un passage avec une si nde violence, qu'elle laisse une ouverture à la ce, etc...

Je ne prétends point raisonner ici en espèce de ɔphète et d'oracle, prédire les effets que produi- ıt les épreuves sur ces différentes pièces ; je me pose à ne faire agir mon raisonnement qu'à me- re que je ferai des expériences, si la cour jugeant ropos d'exécuter ce projet, elle veut bien m'en nfier les soins, ou une partie.

Si le fer ne fait qu'éclater seulement par pièces et rceaux, et si le frottement du boulet n'altère int ou que peu le dedans de la pièce par son ttement, il a déjà une bonne qualité que le plomb l'étain n'ont point; l'alliage de ce métal avec

d'autres le dépouillera peu
d'éclater, et si l'alliage ne l
avoir recours à d'autres i
entrer dans la fonte du m
entendre dans la partie ci-a
cond article, savoir : de l'
suites.

Si je ne craignais de m
mon sujet par trop de digres
timent sur la propriété qu'à
pesant en matière spécifiq
à la désunion.

Je viens de dire que l'alli
métaux pourrait peut-être
propre à la fonte des pièce
ses mauvaises qualités ; et
tera, comme l'on a déjà fa
point avec d'autres métaux
peut pas assurer ; car quoi
trouver la méthode de l'alli
pas encore ce secret, la
cela décidée impossible. Si
en en faisant l'épreuve, je
autre composition de métal
plus convenable ; et com
des expériences et des co
leur, toute épreuve m'est u
conduite font souvent déco
les joignant à une quantité

Je ne raisonne point d'avance sur toute la conduite que je tiendrai. Les expériences que je ferai seront mon guide; après en avoir examiné les effets, je tâcherai d'en tirer des lumières pour faire d'autres expériences avec des pièces composées de différents métaux; je fais donc fondre une pièce moitié fer et moitié plomb; j'en fais l'épreuve; j'en examine les effets et la résistance, je compare ces effets et cette résisance à celle d'une pièce qui n'est que de fer et celle qui n'est que de plomb, et les rapports que je vois entre les effets et les résistances de ces trois pièces comparées ensemble me font connaître si le plomb et le fer sont réciproquement capables, par leur union, de corriger quelque chose de leur défectuosité, supposé que ces métaux aient pu s'allier, cela s'entend toujours.

Si je remarque, par cette comparaison, qu'un alliage de fer et de plomb vaut déjà mieux, pour connaître dans quelle proportion doit être cet alliage, j'examine si une pièce qui n'est que de fer est meilleure par rapport à cette pièce moitié fer et moitié plomb, que celle de plomb, et pour lors je fais fondre une pièce dont les proportions soient moyennes entre celle qui n'est que de fer et celle qui est moitié plomb et moitié fer; et l'épreuve qui sera faite de cette dernière pièce me fera connaître si la proportion est entre celle de fer et cette dernière pièce, ou entre cette dernière pièce et celle

qui est moitié fer. C'est en continuant de faire fondre des pièces dont les proportions soient moyennes entre les deux proportions des pièces déjà fondues et les plus convenables, que l'on approchera du point de perfection, eu égard à une pièce dont l'alliage sera de fer et de plomb.

Voilà donc déjà que l'on sait, par cette conduite, qu'elles doivent être les proportions de l'alliage de la meilleure pièce qui serait composée de fer et de plomb. Il ne faut point prendre à la lettre la signification de l'expression *meilleure*, qui ne veut dire que la plus approchante, par rapport aux combinaisons moyennes des proportions d'alliage que l'on aura voulu faire.

En faisant des expériences sur des pièces composées de fer et d'étain en différentes proportions, qui seront réglées sur le même principe que celles ci-dessus composées de fer et de plomb, l'on trouvera quelles doivent être les proportions de l'alliage de la meilleure pièce qui serait composée de fer et d'étain, supposé que ces métaux aient pu s'allier.

En observant une semblable conduite, l'on découvrira qu'elle est la meilleure pièce dont l'alliage serait composé de fer et d'un des autres métaux quelconques, supposé qu'ils puissent souffrir l'alliage, ce qui est toujours, sous-entendu.

Chaque meilleure pièce, composée de deux métaux étant connue, si on les compare ensemble par des épreuves, on connaîtra qu'elle est la meilleure

pièce des meilleures pièces, et si on compare les effets et la résistance de cette meilleure pièce aux effets et à la résistance de chaque pièce simple, c'est-à-dire composée d'un seul métal, l'on connaîtra si une pièce composée de deux métaux est meilleure qu'une pièce composée d'un seul métal.

On comparera ensuite par l'expérience, des pièces composées de trois différents métaux, et en différentes proportions moyennes qui seront indiquées par les expériences précédentes, et par ces expériences, l'on connaîtra qu'elles sont les meilleures proportions pour composer une pièce de trois différents métaux qui seraient désignés, Ces meilleures pièces étant connues, en les comparant aux pièces simples et aux meilleures de celles composées de deux métaux ou d'un seul. L'on connaîtra par de semblables épreuves, et par des opérations semblables, qu'elles seront les meilleures pièces composées de quatre métaux différents, et quelle sera la meilleure de ces meilleures; et ainsi d'un nombre quelconque de métaux que l'on voudrait employer dans la foute des pièces de canon, supposé qu'on ait pu les allier par la fonte.

Si l'on ne veut point faire fondre des pièces suivant toutes ces proportions, il y aura un moyen d'abréger, qui sera, en faisant la comparaison des meilleures pièces composées, par exemple, de trois différents métaux, avec les meilleures, composées de deux métaux, ou avec les pièces simples, parce

que la comparaison des effets des unes, aux eff
des autres, donnera assez d'induction pour co
naître qu'un tel alliage, joint à tel autre allia
doit donner une composition meilleure qu'
telle autre composition : cependant toute ce
combinaison d'épreuves est digne d'un mon
que aussi puissant et aussi grand que celui de
France, qui ne doit point établir la sûreté de
gloire et de ses États sur de simples conjectur
mais sur les expériences nécessaires.

Les personnes auxquelles j'ai parlé de cette co
binaison, ont regardé ce projet impossible, la co
binaison leur paraissant immense, et les dépens
que l'on serait obligé de faire, excessives; on
trompe, et je vais le faire voir dans le calcul c
après; il est bon, auparavant, que je fasse rema
quer que si la cour n'exécute point ce projet qu'el
n'aura jamais (moralement parlant), ce secret qu'el
souhaite, parce qu'il faut absolument que ceux qu
le cherchent les fassent, ou que le hasard leur en
fasse présent; or, un particulier n'étant point en
état de les faire, ou ne les faisant qu'en partie, s'i
ne le trouve point, la cour ne l'indemnisera poin
de ses dépenses, de sorte que personne ne s'y
risque. Le Roi est donc le seul qui puisse faire tro
ver ce secret, supposé qu'il soit possible et utile,
comme on le verra ci-après dans un établissement
à ce sujet nécessaire, que je propose; je reviens au
calcul que j'ai promis, par lequel on verra à peu près

jusqu'où peut aller la combinaison des épreuves ci-dessus calculées au plus fort.

Les métaux sont désignés par leurs signes naturels, savoir :

Le fer par. . . . *f*.
Le plomb « . . . *p*.
L'étain « . . . *e*.
Le cuivre « . . . *c*.

Toutes les combinaisons qu'il faudra faire seront celles ci-après :

Une pièce de	*f* / *p* / *e* / *c*	Total, 4 pièces composées d'un seul métal, ci,		4 pièc.
Une pièce de	*f p* / *f e* / *f c* / *p e* / *p c* / *e c*	Total, 6 pièces,	Composées de deux métaux, et comme elles seront fondues en diverses proportions. On suppose que chacun de ces alliages soit en 6 diverses proportions, cela fera 36 pièces composées de deux métaux, en différentes proportions. Ce calcul est au plus fort, ci.	36
Une pièce de	*f p e* / *f p c* / *p e c*	Total, 3 pièc.	Composées de trois métaux différents, et comme elles seront fondues en diverses proportions, supposé chacun de ces alliages en huit proportions différentes, cela fera 24 pièces composées de 3 métaux, en diverses proportions, ci.	24
Une pièce	*f p e c*	Total, 1 pièce	Composée de quatre métaux différents, elle sera fondue en différentes proportions; supposé en 10 proportions différentes, cela fera 10 pièces, ci. . . .	10
			Total.	74 pièc.

Cela fera donc 74 pièces à fondre, sur lesquelles il faudra faire des expériences, et dans la pratique de ces expériences, qui donneront, comme je l'ai déjà dit ci-devant, des moyens d'abréger la combinaison, il n'en faudra peut-être pas fondre seulement 50 ; mais je suppose que je me trompe, qu'au lieu de 74 il en fallût fondre 100 et même davantage ; l'expérience d'un alliage étant faite une fois, l'on vend le métal pour en acheter d'autre, il n'en coûte donc que la façon du fondeur, et la diminution du métal dans la fonte, et comme on peut donner à ces pièces, que l'on ferait fondre, de proportion de celles de 4, qui pèsent environ 1,150 livres, comme il est déterminé par les règlements de la cour; et quoique dans la plupart de ces pièces d'épreuves il y entre du fer et du plomb, je veux bien supposer que ces deux métaux coûtent aussi cher que le cuivre même, ce qui n'est pas, puisque les deux premiers n'en coûtent pas le quart, qu'importe, j'estime, l'un portant l'autre, à 16 sous la livre. Les 1,150 livres qui entreront dans la composition de chaque pièce, coûteront 920 l. à 16 sous la livre, et comme on ne compte qu'un dixième par cent de déchet dans la fonte, la perte de chaque pièce par le déchet ne coûtera que 92 fr. au Roi. Si l'on fond 100 pièces d'épreuves, il y aura pour 9,200 l. de dépense pour le déchet. Si chaque pièce coûte 400 fr. de façon pour la main-d'œuvre du fondeur, les 100 pièces coûte-

ront 40,000 l. de façon. Ainsi il en coûterait au Roi, sur ce pied, qui est au plus fort, 49,200 l., tant pour la façon que pour le déchet du métal. Quoiqu'une partie de ces métaux ne s'allient point, et parconséquent épargnent la dépense, je suppose qu'ils s'allient, et qu'au lieu de 100 pièces il en fallût fondre 200, la dépense n'irait pas à 100,000 l. pour savoir et connaître tous les avantages que les alliages doivent donner, et quoique dans la fonte on fasse une différence entre le cuivre rouge et le cuivre jaune que j'ai compris sous un même signe, malgré cela la dépense n'ira pas, à beaucoup près, aux 100,000 l. ci-dessus, pour ne pas dire aux 50,000 l.

Je sais que la plupart des pièces que l'on fonderait en suivant ce projet, ont déjà été fondues; on en a fondu de fer, et cette fonte a toujours été rebutée, par les mauvais services que l'on en a tiré, c'est pourquoi l'on ne doit pas croire, parce que je me suis attaché à faire entrer ce métal dans ce projet de fonte, que je pense qu'il soit essentiel. Les idées que je développe dans ce mémoire, sont un projet général et méthodique, que je n'ai ébauché que comme si on n'avait jamais fondu de pièces ; d'autant plus que la cour ne m'ayant point communiqué tous les mémoires qu'elle a sur la fonte des pièces de canons, je n'ai pu partir que de ce point d'ignorance. Si donc la cour a des mémoires sur les différents alliages des pièces qui ont été fondues jusqu'à présent, et sur les épreuves supposées qui

en ont été faites avec toute l'attention possible en les examinant et en s'y conformant, on pourra aujourd'hui partir du point de perfection auquel on est parvenu jusqu'à présent, et chercher, par une école d'épreuves établie, le secret de perfectionner un art encore rempli de quantité de défauts.

On doit faire une attention particulière sur l'École d'épreuves que je propose ici que l'on établisse, cette école est une vraie société de plusieurs personnes profondes dans les mathématiques, versées dans les recherches de la nature, et en état de pouvoir examiner avec fruit les effets merveilleux dans des matières aussi utiles à l'État. L'établissement d'une telle société est une espèce de nécessité indispensable au bien du service; je n'en veux d'autres preuves que l'établissement des écoles d'artillerie, celui du corps du génie depuis peu en France, dont on retire de si grands avantages dans l'art de la guerre; enfin, quand les sciences ont-elles fleuri et reçu de l'accroissement dans l'esprit des hommes? c'est depuis que l'on a réduit les sciences en corps académiques; tous les ouvrages de l'académie de Paris et de celle de Londres en rendent témoignage à tout l'univers. Le secret pour conduire toutes les sciences et les arts à leurs plus grandes perfections, c'est d'attacher à chaque science et à chaque art, quelque petits qu'ils soient ou qu'ils paraissent, une société de personnes intelligentes qui en fasse toute son étude et toute son application, et qu'aucun autre tra-

vail ne puisse distraire de son principal point. Je ne prétends pas par là attacher cette société si fort à son but qu'elle ne s'applique à autre chose. J'entends seulement que dans l'étude d'autres connaissances elle se rappelle toujours son point principal, pour découvrir le rapport que ces autres connaissances peuvent avoir avec la principale que l'on se propose, et sur les mémoires qui y seront travaillés continuellement d'une manière méthodique, l'on approchera toujours de plus en plus de la perfection de la science ou de l'art.

On ne perfectionnera donc l'art de la fonte et de l'alliage qu'en établissant une école d'épreuves sur les fontes, attendre du hazard un secours dont on connait toute l'importance, c'est risquer de ne l'avoir jamais, ou trop tard, au lieu que par cet établissement d'école de fonte, c'est forcer la nature à nous développer ses mystères ; depuis quand l'art de défendre les places par les contre-mines est-il venu si brillant? c'est depuis que tant d'excellents génies, et particulièrement M. de Valière se sont fait une étude particulière de cette science, et depuis que l'on a beaucoup fait sauter de terrain dans tant d'épreuves que l'on a faites. On n'aurait pas tant tardé à acquérir ces connaissances si l'on eut travaillé sans relâche aux épreuves de la poudre, et non à temps interrompu par différentes personnes.

J'admets que la cour ait déjà des mémoires des épreuves que je propose ici, si on les examine, l'on

remarquera que la fonte des pièces n'a reçu que très-lentement les différents degrés de perfection qu'on lui a donnés jusqu'à présent, que même si elle en a reçu quelques degrés, elle en a perdu d'autres, parce que l'art de défendre les pièces n'a point été attaché à un corps académique et toujours vivant, qui par la succession de nouveaux sujets qui remplacent toujours les mourants, rende ce corps le dépositaire perpétuel de tous ses mémoires et de tous ses secrets; au lieu que l'art de la fonte ayant été jusqu'à présent entre les mains d'un seul homme, ou de quelques hommes éparpillés dans la France qui font au public un mystère de leurs secrets, emportent avec eux en mourant toutes les connaissances qu'ils auraient acquises par des expériences, de longues années, et de profondes méditations. Que si ces personnes ont laissé à la postérité quelques mémoires, on n'en a pas tiré tout le profit qu'en aurait su tirer une société particulière, qui ferait de l'art de fondre des pièces son principal objet ; c'est un point qui mérite de sérieuses réflexions et qui lui seul est digne d'occuper de grands esprits pendant plusieurs siècles.

Je reviens aux épreuves des 100 pièces que je suppose avoir été fondues, il est sûr qu'il y en aura une qui résistera plus que toutes les autres à l'épreuve qu'on leur a fait supporter, et celle-là sera la meilleure des 100. Si l'on donne à cette pièce les mêmes proportions qu'à celles que l'on a fondues jusqu'à présent, et qui ont été reconnues les meil-

leures ; si on fait la comparaison de leurs résistances par des épreuves, l'on conaîtra qu'elle est la meilleure des deux, si c'est celle qui provient des épreuves que je propose, l'on aura donc déjà trouvé quelque chose de mieux, que ce que l'on a trouvé dans les comparaisons d'expériences que j'ai proposées, et quoique j'aie trouvé quelque chose de moins bon, il en résultera toujours un bien, parce que l'on connaîtra par cette dernière comparaison, qu'après avoir fait toutes les combinaisons des métaux que l'on aura voulu faire entrer dans la fonte des pièces, on connaîtra dis-je, que le secret que l'on cherche ne dépend point seulement de l'alliage des métaux, mais de l'art de la fonte, qui comprend la purification des métaux, les changemeuts de qualité que l'art peut donner aux différents métaux dans la fonte, par les ingrédients qu'il faut chercher à y faire entrer.

L'art et quantité d'expériences que l'on a faites sans relâche, ont fait trouver le secret de convertir le fer forgé en acier, sur lequel la lime rebrousse; on doit donc espérer de l'art, qu'à force d'épreuves et d'expériences, il nous découvrira des moyens de parvenir ou d'approcher de l'objet que l'on se propose.

Les épreuves sur la fonte ne coûteront point, à beaucoup près, autant que les épreuves des nouvelles pièces que j'ai supposé que l'on ferait fondre pour exécuter entièrement ce projet. En cherchant le se-

cret de la fonte, on peut faire des essais s
petites pièces de métal, à l'exemple de M. Jea
Bignon, président de l'Académie royale des sci
sur la méthode de convertir le fer forgé en a
par ces épreuves, il faut espérer de trouver a
secret d'unir les métaux qui, jusqu'à présent
point souffert l'alliage. Par les différentes faç
fondre, on peut retourner de tant de maniè
petites parties qui composent un métal, qu'e
donnant, par l'art de la fonte, différentes for
différents arrangements, le métal en reçoit de
lités et des propriétés différentes. Je ne pui
dire et faire sentir que la fonte de métal méri
tre attachée à une société qui en fasse sa prin
étude. On emploie partout les métaux, et j
surpris que jusqu'à présent l'on n'ait point prop
du moins exécuté ce projet, s'il a déjà été don
ne faut pas être aussi surpris s'il y a tant de
flures en chimie sans faire les progrès que l'
tend; chacun suit sa tête, et si plusieurs pers
étaient d'intelligence et de concert et formaient
elles un conseil, on pousserait la chimie à un
haut point, sans faire tant d'opérations inu
Voilà le moyen de faire briller et les sciences
arts avec vitesse.

Si donc la cour ne juge pas à propos de fai
épreuves des 100 pièces de comparaison qu
proposées ci-devant, parce qu'elle n'en voudrai
faire la dépense, ou plutôt parce qu'ayant des

moires particuliers des épreuves de pareilles pièces sur lesquelles on aurait fait anciennement des expériences; elle reconnaîtrait l'inutilité des avantages que je prétends en tirer, elle ne peut se dispenser, pour le bien du service qui l'exige, de faire chercher, par l'art de la fonte, le secret qu'elle souhaiterait tant avoir, et je ne vois rien de plus prompt ni de plus expédient pour parvenir à ce secret, que l'établissement d'une société pensionnée de la cour, qui sera continuellement occupée à des épreuves, dont le projet et les mémoires des effets en seront envoyés en cour à chaque épreuve que l'on voudra faire, ou que l'on aura faite, suivant les fonds qu'il plaira à la cour d'y attacher.

Je ne raisonnerai pas plus amplement sur l'art de fondre, que je n'ai j'amais vu exécuter, ayant jusqu'à présent continuellement été attaché aux détails de l'école militaire de Metz. Les légères connaissances que j'y ai acquises ne viennent que de différents mémoires que j'ai lus sur cette matière, et je sens bien que ce n'est pas assez d'avoir lu, il faut encore avoir réellement vu; les idées que l'on se forme sur une lecture sont toujours, selon nous, des idées imparfaites, que souvent l'on ne reconnaît plus dans la pratique. C'est en ne me flattant pas plus sur le reste de ce mémoire que je finis cet article, pour passer à la méthode qui me paraît la plus naturelle pour déterminer la longueur des pièces par rapport à leur calibre, aussi bien que les pro-

portions des épaisseurs dans différents po
cette longueur.

Si l'on connaissait parfaitement l'actio
poudre qui agit dans la concavité d'une p
canon, et la résistance que les différentes pa
la pièce et l'air apportent aux effets de la
l'on pourrait, sur ces deux principes, après
terminé par le calcul l'accroissement et le
sement de l'action de la poudre, déterminer
quelle doit être la longueur d'une pièce de c
rapport au calibre que l'on veut lui donn
charge avec laquelle on veut la tirer; mais
cipes d'action et de résistance n'étant po
connus, je prétends que, pour déterminer c
gueur on ne peut se servir d'un meilleur m
celui que je vais proposer, et que M. de Va
point désapprouvé. Après avoir déterminé
bre d'une pièce, la faire fondre le double o
ple en longueur qu'on ne les fond ordinai
déterminer la charge de la poudre à un vol
à celui du calibre de la pièce; choisir une pla
unie, tirer avec cette pièce cinq ou six co
jours sous un même angle par rapport à l'
avec des boulets aussi polis et aussi unis
pourra, et la pièce toujours chargée aussi
mément qu'il sera possible; mesurer toutes
tées des boulets dans cette plaine, afin de
entre toutes les portées qui se ressemble
plus, une portée moyenne, et cette portée

servira de portée de comparaison avec celles que l'on observera dans la suite; il est à remarquer que j'ai dit que la portée moyenne serait prise entre toutes les portées qui se ressembleraient, parce que pouvant y avoir une ou deux portées extraordinaires causées par quelques accidents, ces portées extraordinaires ne doivent point être comptées parmi les autres; c'est pourquoi il sera encore mieux si, au lieu de cinq ou six coups, comme je l'ai dit, l'on en tire une douzaine; ayant donc la portée moyenne de ces premiers coups d'épreuves. Je fais diminuer la longueur de la pièce d'un pouce en la faisant scier, et lui fais tirer autant de coups que précédemment, avec la même charge; il serait bon que ce fût toujours avec le même boulet ou des boulets bien calibrés et de même pesanteur, la pièce tirée toujours sous le même angle que précédemment, je prends une portée moyenne comme ci-devant, je compare cette portée moyenne avec la précédente, et cette comparaison m'assure laquelle des deux longueurs convient mieux par rapport au calibre; si je remarque que la première longueur est plus propre, je conclus que pour déterminer la longueur la plus convenable, il fallait fondre la pièce encore plus longue, et que la longueur que l'on cherche peut fort bien être entre la longueur de la pièce fondue et une plus grande longueur. C'est pourquoi il faut faire fondre une pièce encore beaucoup plus longue; mais avant que de le

faire, je fais scier encore la pièce d'un
avec la longueur qui lui reste, je lui fais ti
de coups d'épreuves de portée que ci-devant
une portée moyenne que je compare a
dentes, pour voir si la diminution de de
peut donner des assurances plus sensibl
différence des portées; et quoique cett
épreuve me confirme la même chose, j
toujours à faire scier cette pièce d'épr
pouce, et puis encore d'un autre pouce
sant toujours tirer sur chaque longueur
donne, le même nombre de coups que
pour prendre des portées moyennes, ces
servant toujours à confirmer la première,
en même temps une règle approchante
de la poudre et de la résistance des co
lesquels la poudre agit, mais je suppose qu
que la pièce a été sciée d'un pouce, que s
aient toujours augmentées, il est sûr qu
point où elles ont commencé à diminue
a toujours continué de raccourcir la pièce,
quoi si l'on compare les portées qui ont
cé à diminuer depuis un certain poi
on les compare aux portées également
ou approchant du point où elles n'ont n
ni augmenté, et en même nombre, et
prenne un milieu, l'on aura à peu près
exactement possible la longueur d'une
rapport à son calibre. Si l'on fait cett

sur trois calibres différents, on pourra connaître, par la comparaison de ces trois longueurs, que l'on fera de chacune par rapport à leurs calibres, qu'elle doit être une longueur quelconque par rapport à un calibre quelconque, parce qu'ayant trois grandeurs déterminées, et les rapports en étant bien examinés, on doit par là découvrir à peu près la nature et l'ordre de la progression.

On pourrait encore déterminer la longueur des pièces pour en savoir tirer le plus grand effet par rapport à une même charge, en lui faisant tirer, suivant toutes les longueurs qu'on lui donnerait, plusieurs coups seulement à poudre, en disposant une machine à l'embouchure de la pièce, à plaque, à roue et à vis, laquelle, par les révolutions d'une platine qui couvrirait cette embouchure, marquerait par sa révolution le plus ou le moindre effort de la poudre; et je donnerai le dessin et la manière de l'attacher, au cas que l'on voulut l'exécuter.

Pour déterminer maintenant l'épaisseur du métal dans tous les points de la longueur de la pièce, il faut encore avoir recours à des expériences pour prendre le point convenable entre une trop grande et une trop faible épaisseur. Quand je dis tous les points, cela ne doit point être pris à la lettre, il suffit pour la pratique de la fonte d'en déterminer plusieurs essentiels sur la longueur; je dis aussi qu'il faut avoir recours à des expériences, parce qu'il n'y a rien qui assure tant la bonté et l'utilité de tous les

objets; on pourrait par une partie des lois de la nature que l'on a découvert jusqu'à présent, déterminer certaines épaisseurs au métal et par règles, commencer par des expériences moins éloignées du but, mais comme la qualité du métal est souvent bien différente et que d'ailleurs l'on n'a point encore découvert assez tous les ressorts de la nature qui agissent lorsqu'une pièce tire, soit pour se détruire, soit pour contribuer à la même fin, il sera toujours sage, qu'en suivant les lois qui sont découvertes, on les perfectionne encore par l'expérience.

De tout ce raisonnement on conclura que l'art de fondre de bonnes pièces de canons est de la dernière conséquence pour le soutien de la couronne et de l'État, comme faisant partie des machines militaires employées dans les prises et défenses des places comme dans les batailles. Je ne doute pas un moment que la cour n'exécute une partie de ce projet sans en regretter la dépense un seul moment, et si elle veut faire attention qu'il y a dans le royaume un million de personnes pensionnées, les unes pour monter sur un théâtre, les autres pour faire briller des talents qui doivent être au rang des choses superflues; d'autres qui n'ayant que leurs seules personnes à nourrir et entretenir, emploient et consomment leurs revenus pour faire faire bonne chère, non aux pauvres, mais à ceux-mêmes qui sont obligés de partager leurs propres revenus avec les pauvres et tant d'autres. Si l'on fait là-dessus de

justes réflexions, on verra qu'il n'y a point d'excuse à donner pour ne pas suivre l'idée générale de ce projet, en établissant les choses utiles avant les superflues et en retranchant sur ces dernières pour établir les précédentes.

La cour ne doit plus crier après l'artillerie. On ne manquera pas de lui donner tous les projets qu'elle souhaitera et qui tendront véritablement au bien du service, si elle veut entrer dans les dépenses qu'il faut de nécessité, faire pour la contenter.

Si l'on examine que le succès d'une entreprise militaire dépend dans bien des cas du service du canon, sans détailler les suites considérables et fâcheuses qu'il entraîne avec lui, et qui coûtent à l'État des millions lorsque les pièces viennent à manquer; si enfin l'on se rappelle à quoi toute une armée a manqué d'être exposée au siége de Philisbourg, et dans d'autres cas, l'on n'hésitera pas de travailler à la perfection de la fonte et d'établir quelque solide projet pour y réussir.

C'est dans cet esprit que je finis, monsieur, des réflexions que je vous prie de regarder comme les premières productions d'un esprit qui n'a encore ni assez lu ni assez vu ; je rougis moi-même de la témérité que j'ai de vous les offrir, vous m'y avez obligé en quelque façon, et si je n'étais persuadé qu'en les lisant vous ne serez occupé que de ma bonne volonté, je n'aurais garde de vous les envoyer. Le bien général et l'honneur de mon prince

sont de trop grands sujets pour n'occuper pas toutes mes veilles. Quelle sera donc un jour, monsieur, ma satisfaction, si après avoir vieilli sous la réflexion, je puis être assez heureux une fois dans ma vie de lui en offrir une bonne, pour être le garant du zèle que je leur ai voué dès ma tendre jeunesse et à vous, monsieur, qui êtes si tendrement chéri de l'un et de l'autre, le gage assuré du profond respect avec lequel j'ai l'honneur d'être,

Monsieur,

Votre très-humble et dévoué serviteur,

Lamy de Bezange,
Commissaire de l'artillerie.

A Metz, le 21 février 1738.

RAPPORT

SUR LE

SYSTÈME D'ARMEMENT

ADOPTÉ

POUR LES EMBARCATIONS

DANS LA MARINE DES ÉTATS-UNIS.

Traduit par M. le Capitaine d'artillerie MARTIN DE BRETTES, Inspecteur des études à l'École Polytechnique.

BUREAU DE L'ARTILLERIE DE LA MARINE DES ÉTATS-UNIS.

Washington, 1er janvier 1852.

Au commodore Morris, chef du service de l'artillerie de l'hydrographie,

Monsieur,

Les ordres du Bureau me prescrivant de faire, de temps en temps, un rapport sur les progrès et la situation du service dont je suis chargé; afin de m'y conformer, je prendrai la liberté de vous soumettre le mémoire suivant qui a pour objet le système d'armement récemment adopté pour les bateaux de la marine.

L'absence de tout système antérieur obligea, pour accomplir cette œuvre, de descendre des principes généraux aux plus minutieux détails de la pratique. Le poids limite de la bouche à feu, a été la seule donnée immuable; pour tout le reste, le commodore Warrington laissa la plus grande latitude. On en a largement profité pour établir les diverses parties du système.

On reconnaîtra de temps à autre dans nos descriptions, plusieurs dispositions déjà en usage, qui ont été modifiées ou conservées complétement selon les besoins du système. D'autres sont depuis longtemps adoptées dans notre service maritime. Les premières sont généralement relatives au matériel de l'artillerie; les secondes concernent son emploi et sa disposition, enfin tout ce qui se rapporte au service de l'artillerie.

L'obus-Shrapnel et la disposition de l'affût à bateau, sont ce qu'il y a de plus important dans le système. Ce dernier peut se placer sur le devant ou l'arrière du navire, et permet, selon la volonté, de faire feu en avant ou en arrière. Ce double avantage, croyons-nous, deviendra très-précieux lorsque les circonstances nécessiteront l'emploi des canots ainsi armés.

L'expérience fera sans doute découvrir des imperfections dans le système actuel, et on doit raisonnablement s'y attendre, car l'exécution d'une œuvre aussi complexe qu'un système d'armement,

dépend d'une foule de détails, même quand il s'agit de celui des bateaux ; aussi cette innovation doit-elle être examinée avec une grande indulgence, eu égard aux circonstances au milieu desquelles elle a été conçue et exécutée. C'était d'ailleurs le premier essai tenté à ce sujet.

A mesure que les pièces terminées paraissaient remplir leur objet, elles étaient envoyées d'urgence aux navires prêts à prendre la mer ; et on continuait de servir ainsi la marine. Mais les demandes excédaient de beaucoup les moyens de fabrication, de sorte qu'on ne pouvait donner aux navires un armement complet en obusiers de bateaux; aujourd'hui même, un navire d'un rang quelconque en a rarement plus d'un seul.

L'établissement actuel n'est donc pas même en rapport avec les besoins modérés de notre flotte ordinaire, de sorte qu'au moindre accroissement qu'elle prendrait, il serait impossible de fournir aux nouveaux navires l'artillerie légère nécessaire à leurs bateaux. L'établissement laisse beaucoup à désirer dans plusieurs parties. On est obligé, par exemple, de recourir momentanément à des auxiliaires, moyen très-dispendieux d'exécuter les travaux et qui ne permet pas d'en garantir l'exactitude.

Tout le personnel sous mes ordres, dans cette branche de service de l'artillerie, se compose, en ce moment, d'un contre-maître, de six ouvriers et de

deux aides. Les machines consistent en un atelier de forage, un de tournage, quatre petits tours, deux machines à percer, et une à raboter. D'après cela, on peut juger ce que l'établissement était à son origine.

On a fabriqué en tout quarante obusiers, dont trente sont actuellement en service.

Je saisis avec joie cette occasion de signaler l'intelligence et le zèle du contre-maître et des ouvriers. La perfection de leur travail parlera d'elle-même en leur faveur.

Pendant la rédaction de ce mémoire, le commodore Warrington, à qui il devait être présenté en sa qualité de chef du service de l'artillerie, est décédé. Cet illustre vétéran comptait parmi les débris de cette glorieuse cohorte à qui la marine doit le prestige qu'elle a acquis depuis la première expédition de Tripoli, jusqu'aux triomphes qui couronnèrent la dernière guerre.

Le commodore Warrington suivit pendant plus de la moitié d'un siècle la voie du dévouement et de l'honneur; toujours au service de son pays, la mort seule mit un terme à ses travaux !

C'est à lui que le système de l'armement des bateaux doit son existence et sa consécration officiellement sanctionnée par l'ordre général de décembre 1850.

Il faut espérer que l'expérience justifiera l'opinion que le commodore avait de ce système.

J'ai l'honneur d'être, très-respectueusement, votre très-obéissant serviteur,

Jn. A. Dahlgran,
Adjoint à l'inspecteur de l'artillerie.



OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

.'armement des bateaux récemment introduit dans
narine des États-Unis est une des conséquences
la guerre avec le Mexique; car, pendant les guerres
cédentes, où l'Océan avait fourni à nos flottes un
mp favorable à leurs manœuvres, la pesante
llerie, attirait seule la confiance des marins,
ıt regardée comme la véritable arme de la marine.
l n'est pas surprenant que nos marins formés à
telle école aient porté toute leur attention sur
jet le plus intéressant et le plus essentiel de
marine, négligeant les opérations secondai-
et accidentelles qui sont en général d'un mince

intérêt, et sans influence sur la réputation, que le résultat soit un échec ou un succès.

Aussi quand la guerre avec le Mexique commença et que la légèreté des navires de ce pays rendit inutile l'emploi de notre marine, on sentit la nécessité de recourir au blocus et à la guerre de côtes comme étant les seules opérations possibles.

Les résultats furent brillants quoique souvent obtenus dans des circonstances très-désavantageuses. Car, indépendamment de la nature des opérations, la puissance navale des États-Unis n'était pas convenablement calculée pour les poursuivre de la manière la plus efficace. Le tirant d'eau même des plus petites corvettes était trop considérable à cause des bas-fonds qui règnent le long des côtes du golfe, et des barres qui ferment l'embouchure des fleuves.

Il est pénible de dire qu'il n'y avait aucun système d'armement de bateaux pour parer aux difficultés de ce genre qui se présentaient dans notre service maritime. Il y avait bien dans les arsenaux de la marine quelques petites caronades mais elles faisaient rarement partie de l'armement des navires et n'ont peut-être jamais servi.

Les difficultés qu'on rencontra furent en partie surmontées par l'acquisition de petits bateaux de cabotage, et par l'adoption de tout ce qui pouvait alléger l'artillerie qui leur était destinée. On prit dans l'ar-

mée de terre des pièces de campagne de 6, de 12 livres et des obusiers de montagne. On tira aussi du fond des arsenaux de la marine des petites caronades en fer et de vieux obusiers de 4 pouces 1/2.

Ces moyens de hazard permirent cependant à la marine de rendre de très-grands services, car pendant la dernière guerre, elle put bloquer hermétiquement l'immense étendue de côtes ennemies dans le golfe et le Pacifique. Le commerce des États-Unis put ainsi continuer ses opérations sur toutes les parties du globe comme si la guerre n'existait pas; fait sans précédents dans les annales de la guerre maritime !

La conquête d'un vaste territoire au moyen de la marine est extraordinaire, celle des côtes du Pacifique a été le premier exemple.

La nécessité de se prémunir contre le retour de circonstances semblables à celles qui se sont produites dans une guerre de ce genre, donna naissance au système d'armement des bateaux qu'on a introduit dans le service aussi rapidement que possible. On débuta par un premier essai dans l'automne de 1848. Depuis, tous les perfectionnements ont été successivement vérifiés par l'expérience jusqu'à l'exécution complète du système. Le commodore Warrington, alors chef du service de l'artillerie, portait le plus vif intérêt à la réalisation de ce projet et assistait lui-même fréquemment aux expériences faites de temps

en temps. Il désirait aussi que l'organisation d'un service indiquât clairement le but de sa création, pour laquelle les opérations de campagne doivent en général être accidentelles toujours subordonnées aux opérations navales ou à celles de l'armée de terre.

CHAPITRE Ier

NOTICE HISTORIQUE SUR LES OBUSIERS.

L'examen des circonstances si différentes auxquelles un système d'armement de bateaux doit être approprié, conduirait probablement à admettre la supérioritéde l'obusier sur les autres bouches à feu. Dans le cas actuel le poids de la bouche à feu est limité : par le tonnage du bateau qui doit la porter, par les exigences de la manœuvre à bord et celles d'un débarquement facile. Le canon d'un poids pareil aurait un calibre trop faible pour que le tir des boulets creux et des shrapnels eut une efficacité suffisante. Ces derniers projectiles étant les plus efficaces contre des hommes à découvert ou protégés par de légers abris, il est rationnel de disposer d'un poids de métal donné

de manière à obtenir la bouche à feu capable des plus grands effets avec un projectile convenable.

L'origine des obusiers est enveloppée d'une profonde obscurité, et ce n'est guère que vers la fin du XVIIe siècle qu'il est fait mention d'eux d'une manière précise.

Vers cette époque le tir à ricochet (1), inventé et mis en faveur par l'illustre maréchal de Vauban, était indifféremment exécuté avec les bombes et les boulets. Les charges usitées étaient généralement très-faibles, de sorte que le projectile rasait le sol à une petite distance de la bouche à feu, puis roulait jusqu'au moment où il éclatait. Le poids des mortiers en usage reconnu inutile pour ce genre de tir, fut diminué; cet allégement et une modification dans l'affût rendirent le transport des mortiers plus facile; de là naquirent probablement les obusiers en usage à cette époque.

Des bouches à feu de cette espèce faisaient partie de l'équipage de campagne des Allemands en 1695, lorsqu'ils défendirent, avec l'aide des Anglais, une position retranchée à la hâte, près de Nerwinden. Après un sanglant combat, cette position fut emportée par les Français, qui prirent huit de ces obusiers, dont quatre étaient allemands et deux anglais.

---

(1) Ce genre de tir proposé en 1688 fut employé avec grand succès au siége d'Ath en 1697.

Pendant le dix-huitième siècle il n'y eut de changement notable dans la forme et l'emploi de ces bouches à feu que dans un seul pays.

Dans la planche Ire on a représenté trois obusiers.

Le premier, qui est anglais, est un de ceux qui furent pris à Nerwinden en 1693.

Le second, postérieur d'environ un siècle, était en usage dans l'armée française au commencement des guerres de la Révolution et même plus tard. Le dessin de cet obusier est extrait du Manuel du général d'Urtubie.

La troisième figure représente un obusier français fondu à Douai en 1778, par Bérenger. Il tomba entre les mains des Anglais, qui le donnèrent à la ville de New-York, où se termina la guerre de l'indépendance. Cet obusier est actuellement à l'arsenal maritime de Washington.

Il paraît que les artilleurs français ne sentirent pas ou n'admirent pas immédiatement la nécessité de ces nouvelles bouches à feu, car l'obusier n'est pas mentionné dans l'ordonnance royale de 1734, qui fixe les dimensions des canons, des mortiers et des pierriers. A la bataille de Fontenoy (1745), les Français avaient neuf obusiers (1) et d'après quel-

(1) Paixhans.

ques écrivains militaires (2), ce ne fut qu'en 1749 que Vallière fit fondre quelques obusiers de huit pouces (22 cent.)

Frédérick, roi de Prusse, est le premier qui ait assigné aux obusiers un rôle en rapport avec leur puissance. On dit en effet, que ce prince, à la bataille de Burkendorf (1762), réunit en une seule batterie, quarante-cinq de ces bouches à feu.

Tous les perfectionnements que ce roi-guerrier introduisit dans son artillerie, ont peut-être eu moins d'influence sur ses progrès, que cette idée lumineuse. On vit dès-lors les obusiers, auparavant peu en faveur, sortir de leur obscurité, et former désormais une partie essentielle des parcs de campagne,

L'exemple donné par Frédérick, ne fut pas perdu pour ses ennemis. L'artillerie française ne tarda pas à subir une complète réorganisation, d'après les plans de l'illustre général Gribeauval. Dans le système français, comme dans celui de la Prusse, les pièces de campagne furent entièrement distinctes de celles de siége, et rendues beaucoup plus légères à calibre égal; Gribeauval introduisit aussi l'obusier de six pouces (16 cent.) dans le système d'artillerie

---

(2) Moritz-Meyer, d'Urtuble.

de campagne (1765). Cette bouche à feu constituait un progrès marqué sur l'obusier de six pouces. Cependant, quoique ce fut un pas fait dans la bonne voie, il paraît que le but primitif qu'on se proposait d'atteindre était une réduction dans le poids.

Il semble, en effet, d'après les écrivains militaires de l'époque, qu'on ne considérait ces nouvelles bouches à feu que sous ce point de vue. « Les obusiers, dit le général d'Urtubie (1), sont une espèce de mortiers un peu plus longs que ceux ordinairement en usage, et montés sur des affûts de campagne. »

Le service que les obusiers rendirent pendant les guerres de la Révolution française et du Consulat, fit regarder ces bouches à feu avec beaucoup de faveur. Mais quand ils furent opposés au tir supérieur des obusiers prussiens, ou que leurs effets furent comparés à ceux du feu direct des canons de campagne, avec lesquels ils étaient réunis, on sentit la nécessité de chercher les moyens de rendre l'obusier et son projectile propres à produire les effets dont on croyait cette bouche à feu capable.

Cette opinion se manifeste clairement dans un

---

(1) *Manuel de l'Artilleur*, 1755.

rapport adressé, en 1800, par le comité de l'artillerie au ministre de la guerre. On y lit ces mots :

« Ici il ne s'agit pas de changer, il faut créer. »

Ces paroles démontrent clairement que l'obusier de cette époque, et la manière de l'employer, laissaient beaucoup à désirer. Le nouveau progrès accompli montre que le tir à ricochet était alors considéré comme accessoire, et que les obusiers ne devaient pas plus longtemps être employés à remplir un objet secondaire.

En 1803, l'obusier de 24 fut ajouté, en France, aux bouches à feu de campagne, et réuni aux batteries de canon de 8.

Les obusiers de 6° et de 24, à peuprès semblables, présentaient les différences suivantes :

	Obusiers. de 6.	de 24.
Diamètre de l'âme.	6°,53	6°,00
Longueur de l'âme (en calib.)	4 ,14	5 , 0
Poids de projectile.	25 livres.	16 l. 2/3
Poids de la charge.	17 onces.	
Poids de la pièce.	723 livres.	648

Cependant les guerres de l'Empire, qui ne tardèrent pas à lui donner un vaste théâtre d'expérience montrèrent que les nouveaux obusiers, malgré leur supériorité sur les anciens, étaient mal proportionnés, leur recul était assez violent pour détruire les affûts, et leurs effets étaient en outre très-inférieurs à ceux des obusiers des nations

étrangères. Aussi l'Empereur, ajouta-t-il au matériel de son artillerie les obusiers conquis sur les Prussiens et sur les Espagnols.

Ces progrès successifs, dans l'artillerie française, avaient été devancés par les artilleurs russes qui, après la guerre de Sept-Ans, avaient adopté de longs et pesants obusiers, nommés *licornes* (1). Leur puissance était plus grande que celle des obusiers français, même que celle des obusiers prussiens et espagnols. Aussi, Napoléon ordonna-t-il de soumettre les licornes à de nombreuses expériences, et préparait-il de nouveaux perfectionnements aux obusiers quand sa puissance s'écroula.

En 1813, l'artillerie française possédait 27,936 bouches à feu. A la paix de 1815, cet immense matériel comprenait :

Des obusiers de	8°	de Gribeauval.
—	6°	id.
—	24°	de 1803.
—	6°	prussiens.
—	6°	espagnols.

Un savant écrivain militaire (2) émet sur ces obusiers les opinions suivantes : « Les trois premiers

(1) Moritz-Meyer.

(2) Paixhans.

étaient mal construits, avaient une faible portée, et un recul si violent, qu'ils brisaient leurs affûts même quand ils étaient renforcés, les quatrième et cinquième valaient mieux; mais les obusiers prussiens étaient trop lourds pour les batteries divisionnaires, et ceux d'Espagne n'avaient pas assez de puissance pour les batteries de réserve dont ils faisaient partie. »

Le comité d'artillerie continua ses travaux. Le résultat fut l'adoption de deux obusiers de campagne plus longs et plus pesants que les précédents; mais de même calibre, savoir : l'obusier de 15 cent. et celui de 16 cent.

Le changement radical opéré ainsi dans cette espèce de bouche à feu, sera mis en évidence par la comparaison de deux obusiers du même calibre.

			OBUSIER DE		
			6 pouces.		16 cent.
Ame	Longueur (en calibre)		4,14 cent.	—	10,78.
	Diamètre,	—	6p°,53.	—	6p°,52.
Poids	Projectile (chargé),		25 livres.	—	25 livres.
	Charge,	—	17 onces 1/23.	—	3 liv. 1/5.
	Pièce,	—	723 livres.	—	1950 livres.
Vitessse initiale,		—	800 pieds.	—	1200 pieds.

La charge de la nouvelle pièce est trois fois plus grande que celle de l'ancien obusier de 6 p., et la vitesse initiale de son projectile est augmentée de moitié.

On voit ainsi : que le résultat de nombreuses expériences a rendu évidente la nécessité de donner

plus de vitesse à l'obus, et que le système français, en moins d'un demi-siècle, est progressivement arrivé des obusiers légers de 8° et de 6° à ceux beaucoup plus lourds de 16 cent. et de 15 cent.

Parmi les cinq principales puissances de l'Europe, trois ont adopté les nouvelles idées, savoir : la France, l'Angleterre et la Russie; tandis que les deux autres, l'Autriche et la Prusse, sont restées fidèles aux anciennes (1).

---

(1) En Allemagne, on a généralement conservé l'obusier court, dont on envisage l'emploi en campagne sous un autre rapport que nous le faisons en France. Les Allemands sont donc restés fidèles à l'idée première de l'obusier, qui ne paraît avoir guère été, à l'origine, qu'un mortier placé sur un affût à roues. (Favé).

CHAPITRE II.

POIDS, CALIBRES, ET CONSTRUCTION DES OBUSIERS DE BATEAUX

Des bouches à feu destinées au service des bateaux ne devraient jamais avoir un poids assez considérable pour être un embarras, qu'elles soient placées à l'avant ou à l'arrière, même dans les circonstances les moins favorables, telles que par un ressac, ou avec une voie d'eau ; car, quoique l'obusier soit plus aisément disposé au milieu du bateau qu'à ses extrémités, il pourrait arriver que les circonstances exigeassent qu'il fut prêt pour tirer spontanément.

Les bateaux affectés aux diverses espèces de navires ont des formes et des tonnages différents, d'où

résulte la nécessité d'avoir des pièces de différents poids. Les chaloupes sont, sous tous les rapports, mieux disposées que les cutters, pour porter la lourde artillerie et résister au choc dû à sa réaction. Aussi est-il convenable de les choisir comme type de la classe à laquelle il faut s'arrêter pour fixer le poids de l'obusier. Aux chaloupes on peut joindre quelques cutters qui en approchent par la force et le tonnage.

Il est très-certain que les chaloupes des frégates et des navires plus considérables sont tout à fait capables de porter sur l'avant ou l'arrière, des pièces aussi lourdes que peut l'exiger le service auquel les bateaux sont généralement destinés.

La chaloupe d'un vaisseau de ligne, par exemple, porterait aisément une pièce pesant 2000 livres, poids qui suffirait pour la fabrication d'un obusier de 32 livres. Mais les vaisseaux de cette espèce sont rarement armés dans notre marine, et une bouche à feu de ce poids serait trop lourde pour les bateaux des autres navires. Aussi a-t-il paru irrationnel de détourner un établissement nouveau et peu considérable, de la fabrication des bouches à feu journellement demandées par les vaisseaux d'un usage général.

L'obusier de 24, pesant environ 1300 livres, fut en conséquence adopté pour la plus lourde bouche à feu, comme étant la plus convenable pour satisfaire aux besoins immédiats de la marine, et pouvant être placé sur les chaloupes des frégates, si les circons-

tances exigeaient l'emploi d'une puissante artillerie dans les opérations maritimes. Cette bouche à feu serait en outre très-utile pour les chaloupes des vaisseaux de 74, si la nécessité du service exigeait l'armement de cette classe de navires.

L'obusier spécialement destiné aux chaloupes de frégates est celui de 12, pesant 750 livres. Cette bouche à feu, selon toute probabilité réunit au plus haut degré la mobilité et l'efficacité nécessaires aux opérations des bateaux. Il est très-probable que l'expérience justifiera l'opinion très-favorable qu'on a conçue de ses avantages.

La chaloupe de corvette pourrait difficilement porter avec sécurité l'obusier de 12, pesant 750 livres, aussi a-t-on senti la nécessité d'avoir une pièce plus légère pour armer les chaloupes des plus faibles navires de cette espèce, dont il y a jusqu'à trois classes. C'est pour atteindre ce but qu'on a adopté un obusier de 12 pesant 430 livres.

On a été ainsi conduit à affecter :

1° *L'obusier de* 24 aux chaloupes des vaisseaux de 74.

2° *L'obusier de* 12 *moyen* aux chaloupes des frégates et à celles des premiers cutters des vaisseaux de 74.

3° *L'obusier de* 12 *léger* aux chaloupes des corvettes, à celles des premiers cutters de frégates et aux seconds des vaisseaux de 74.

Dimensions principales des obusiers.

	OBUSIER.		
	DE 24	DE 12 moyen	DE 12 léger
	pouces	pouces	pouces
Diamètre de l'âme	5,82	4,62	4,62
Vent normal	0,10	0,10	0,10
Longueur de l'âme (chambre comprise)	58,20	55,29	44,00
Longueur en calibre	10,0	12,0	9,5
Longueur de la chambre	6,0	5,23	5,23
Longueur du diamètre de la plate-bande de culasse à la tranche de la bouche	58,20	56,23	45,24
Diamètre de la partie cylindrique	11,42	9,0	8,0
Diamètre de la volée	8,82	7,24	6,42
Longueur de la partie cylindrique	15,00	12,00	10,00
Longueur de la volée	43,20	44,23	35,24
Longueur du derrière de la plate-bande de culasse à l'axe du support-tourillon	23,75	24,60	18,78
Longueur du support-tourillon	7,00	5,00	3,60
Diamètre. . . . id.	2,50	2,05	1,50

Poids de la pièce 1300 livres 430 livres.

Les principes généraux de constructions, les dispositions pour placer la pièce sur son affût, donner la hausse, faire feu, sont semblables pour les trois obusiers.

Le bronze forme autour de la charge un cylindre suffisamment prolongé au devant de la position du projectile; puis la bouche à feu prend la forme d'un tronc de cône qui s'étend jusqu'à la tranche de la bouche. La culasse est sphérique comme on le voit dans les figures de la planche 2.

L'âme se termine par une chambre troncônique. Plusieurs raisons l'ont fait préférer à celle de forme cylindrique. Mais la principale, quant à ces obusiers,

était la facilité de charger, qu'elle présente dans un tir précipité, sans craindre un arc-boutement de la charge. Une longue pratique a complétement justifié ces prévisions.

L'obusier est monté au moyen d'un support-tourrillon semblable à celui des caronades.

L'inclinaison est donnée au moyen d'une vis qui passe à travers un appendice faisant suite au bouton de culasse. La manivelle ordinairement employée était tout à fait inadmissible pour donner rapidement à la pièce l'inclinaison désirée. Elle a été remplacée par un disque fixé sur la vis immédiatement au-dessous de la partie filetée; sa tranche a été cannelée pour rendre plus intime son contact avec la main.

La batterie est composée d'un marteau à tête plate percée, pour donner un libre passage au gaz. Il est placé entre deux oreilles fondues avec la pièce, derrière la lumière, et de manière à ne pas gêner le pointage.

On donne l'élévation au moyen d'une hausse mobile logée dans la plate-bande de culasse.

Le cul-de-lampe est terminé par un bouton percé d'un trou pour la brague en cas de nécessité. Cette précaution a jusqu'à présent été inutile, et on aurait volontiers supprimé cet anneau de brague, si cette suppression n'eut paru trop contraire à l'opinion générale. Il a paru judicieux de s'y conformer, d'autant plus que cet anneau de brague nuit seulement à la symétrie; de sorte qu'on l'a conservé.

PROJECTILES.

Les projectiles dont on fait usage avec les obusiers, sont : les obus, les boîtes à balles et les shrapnels adoptés récemment.

Tous les projectiles sont réunis à leurs charges respectives au moyen du sabot.

La boîte à balles est composée de balles de fer, entassées dans une boîte de fer blanc ; les interstices sont remplis de sciure de bois ; le couvercle de la boîte est une rondelle de fer, et le fond est formé d'un cylindre en bois, qui sert en même temps de sabot.

Le diamètre de chaque balle est de 1 po.07, et le poids de 0 liv. 16.

Les obus et les shrapnels ont un diamètre qui peut varier d'un 1/400e de pouce. Le diamètre moyen correspond à un vent de 1/14e de pouce.

L'œil de ces deux projectiles, après la fonte, est d'un quart de pouce. On l'alèze ensuite de manière à recevoir une ampoule en bois dans laquelle on place la fusée.

Quand les fondeurs livrent les obus et les shrapnels, on examine avec soin ces projectiles et on vérifie leurs dimensions. Ils sont ensuite mis à part dans un magasin de l'arsenal et alèzés.

On les transporte, après cette opération, dans

une autre dépendance de l'arsenal, où des ouvriers spéciaux les fixent sur des sabots, puis les réunissent à leurs charges. Les shrapnels, avant cette dernière opération, sont remplis de balles et munis de leur ampoule en bois.

Tout ce qui est relatif aux dimensions, aux poids, est observé avec le plus grand soin. Ces opérations, non-seulement doivent être exécutées par des ouvriers habiles, mais encore être vérifiées par un contrôleur expérimenté.

Les projectiles sont alors mis dans des coffres de sapin, et disposés de manière que le sabot appuie sur un liteau, fixé dans la boîte, de manière que la charge placée à la partie inférieure soit à l'abri de toute compression.

	OBUS.		SHRAPNELS.	
	12	24	12	24
	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.
Diamètre (1)	4,52	5,72	4,52	5,72
Epaisseur des parois	0,70	0,90	0,45	0,55
Epaisseur de l'œil (2)	1,05	1,35	0,75	1,10
Diamètre de l'œil à l'exter.	0,90	0,90	0.90	0,90
Diamètre de l'œil à l'inter.	0,743	0,698	0,788	0,755
Poids (en livres)	8,4	17,0	6,4	12,0

(1) Tolérance accordée aux fondeurs 0 po.02.

(2) L'œil est renforcé par un massif.

(3) Le diamètre de l'œil, après la fonte, est de 0po.25, après l'alèsage, l'inclinaison des génératrices du cône est de 0 po.15 pour 1 po.0.

COFFRES A MUNITIONS, SACS A CHARGES, ETC.

Les boîtes à balles, les obus et les shrapnels sont placés dans des caisses de sapin blanc parfaitement appropriées au besoin du service. Il y en a de deux dimensions : l'une contenant neuf coups et l'autre dix-huit. Chaque coup est accompagné de deux amorces, et d'un assortiment de fusées; le tout est réuni dans un sac de papier imperméables qu'on loge dans l'espace disponible de la caisse. Les caisses sont placées vers l'arrière du bateau, comme étant l'endroit le plus convenable, et quoiqu'elles soient construites de manière à être imperméable, cependant il conviendra de les recouvrir d'un prélat.

Chaque homme est muni d'un sac de cuir, en forme de porte-feuille, dans lequel il peut porter un coup de chaque espèce. Il est porté en sautoir au moyen d'une courroie qui passe sur l'épaule. Les deux amorces et l'assortiment de fusées sont placés sous la patte; ainsi chaque homme porte tout ce qu'il faut pour tirer un coup.

Quand on débarque, chaque homme a une charge dans son sac, en sorte qu'en toute circonstance, la pièce est convenablement approvisionnée pour une action momentanée.

Si ces dispositions ne sont pas devenues nécessaires par la résistance opposée sur la côte, et que

les troupes de débarquement doivent s'avancer à quelque distance dans l'intérieur du pays, on attache une ou deux doubles caisses sous l'essieu de l'affût de campagne, et chaque servant d'une pièce porte, dans son sac, deux charges dont le poids (25 livres) est en rapport avec la force d'un homme. On transporte ainsi 72 coups par obusier. Quand les sacs sont vides on les approvisionne au moyen des caisses, et quand elles sont épuisées on les abandonne, si la rapidité de la marche exige ce petit sacrifice.

CHAPITRE III.

AFFUTS POUR EMBARCATIONS.

Chaque affût est composé de trois parties principales (Pl. III) savoir :

A. Le support de la bouche à feu.

B. La directrice sur laquelle le support glisse.

C. Enfin une plate-forme en bois avec laquelle la directrice est fixée au moyen de deux forts boulons.

On règle le recul en comprimant la directrice entre le support de la bouche à feu et la plate-forme inférieure.

On a, dans ce but, fileté les extrêmités supérieures des boulons, qui réunissent le support et la plate-forme, et on les a engagées dans des écrous à manivelles.

Ces boulons sont serrés autant que le perm
force d'un homme ordinaire, ce qui suffit pour
fermer le recul dans les limites de la longueur de l
rectrice. Après chaque coup, on desserre les bou
et on ramène l'obusier à sa première position de

Cette manœuvre exige, pour être bien exéc
que les surfaces en contact soient parfaitement
sées. On reconnaîtra que cette condition n'es
remplie, quand, la pression des boulons sera in
sante pour régler le recul. Dans ce cas on desce
la pièce et son support, puis l'on examinera sé
ment et avec grand soin les surfaces frottante
trois parties de l'affût.

Partout ou le contact aura eu lieu, le bois sera
On enlèvera le plus légèrement possible ces par
pour rendre exactement planes les surfaces frott
tes; cela suffira pour régler le recul. En faisant ce
opération, il faudra bien se rappeler, que non-seul
ment, le poli des surfaces est inutile, mais nuisib
et devra par conséquent, être évité autant que po
ble.

Si l'affût est difficilement ramené en batterie, qu
les boulons sont desserrés, c'est un indice que la
rectrice est gonflée ou déjetée. On remédiera fa
lement à cet inconvénient en enlevant un peu
bois de chaque côté.

Malgré tout le soin possible apporté dans le ch
des bois, on sait que leur exposition alternative au
leil et à la pluie, circonstance rare dans les expé

tions maritimes, les fait travailler et que le meilleur matériel se déjette. Aussi sera-t-il indispensable d'examiner les nouveaux affûts au moment de leur embarquement et d'en corriger sans délai les défauts de précision.

L'affût de l'obusier lourd a en avant du support de la bouche à feu, une pièce dans laquelle s'engage un des boulons compresseurs. Le support et cette pièce sont réunis au moyen d'une double charnière. Ce mode d'assemblage a pour objet de permettre de faire feu en arrière sans changer la position de la directrice. A cet effet, on donne d'abord un petit coup sur la tête du boulon d'arrière, puis on ôte les clavettes et les moraillons des charnières, ensuite on desserre le boulon postérieur et on tire légèrement l'affût vers l'arrière pour détruire l'adhérence des surfaces en contact, enfin on fait décrire à l'obusier et à son affût un demi-cercle autour du boulon d'arrière. Le boulon antérieur est toujours serré. Cette manœuvre s'exécute rapidement et la résistance au recul reste la même qu'auparavant.

Les bragues n'ont jamais paru nécessaires, quel que soit l'obusier dont on ait fait usage. S'il arrivait cependant que la compression devint insuffisante par une cause quelconque, on ferait alors usage de la brague et les obusiers seraient manœuvrés comme s'ils étaient placés sur les affûts ordinaires des caronades.

On peut se dispenser de l'emploi des palans pour remettre en batterie les obusiers légers ou moyens

de 12 livres, mais le poids de ceux de 24 peut le rendre nécessaire.

Avec très-peu d'attention, on verra que le nouvel affût remplit parfaitement l'objet de réduire la puissance de recul de cette espèce de bouche à feu.

Le premier de ces obusiers qui fut coulé, était un petit obusier de 12 livres, dont le poids était de 275 livres et par conséquent trente et une fois celui de son projectile. On le monta sur un affût semblable à celui dont on vient de lire la description, et il fut tiré avec la charge d'une demi-livre. Le recul permis par la longueur de la directrice était de 22 po.5, mais l'emploi de la compression réduisit à 17 po. la moyenne de dix coups.

On tira ensuite quatre coups dans une minute avec la charge de 5/8 de livre; on obtint alors les reculs suivants : 14 po.,01, 15 po.,75, 19 po.,25 et 22 po., 00, en moyenne : 17 po.,75.

Le fait suivant peut donner une idée de la force du recul à laquelle on s'opposait. Le même obusier fut placé sur l'avant d'un canot n° 3 de frégate, lequel avait 27 pieds de long et était chargé du poids de 12 personnes, plus de celui de l'obusier, des munitions, des avirons, etc. ; eh bien! le tir de cette bouche à feu suffit pour faire reculer le canot de plusieurs mètres (many yards). Cependant cette force, au moyen de la compression, n'altérait pas la forme du canot, la peinture même des bordages ne fut pas

altérée par cent coups, tirés généralement quand il était sous voile.

L'affût de 12 moyen a donné les résultats suivants (juillet 1849), pour un tir de 30 coups à obus (pesant 10 liv.) tirés avec la charge de 1 liv. 1/4 ou 1/6 : 16 p.1/2—17 p.,1/4 — 16 p.,0 — 23 p.,0, etc. La longueur de la directrice permettait un recul de 29 p.1/2. La bouche à feu était devenue très-chaude.

L'affût de 12 lignes recula de 15 pouces, 10 pouces, 12 pouces, etc. Le recul que permettait la directrice était de 29 pouces 3/4.

On peut avec ce mode d'affût obtenir le tir le plus rapide qu'on puisse attendre de ces légères bouches à feu.

On a pu en effet, dans une expérience, tirer sept à huit coups avec l'obusier de 12 (de 750 liv.) placé sur un affût à bateau ; on a même tiré quelquefois jusqu'à 8 à 10 coups quoique ce tir précipité eût été très-dangereux pour les servants s'ils ne se fussent éloignés assez rapidement de la bouche de la pièce. Les boulons compresseurs étaient toujours serrés avant le feu, desserrés après, et l'obusier ramené en batterie en le poussant avec les mains. L'espace resserré d'un canot, même du plus grand, ne permet pas cependant d'exécuter des manœuvres si rapides.


STANFORD LIBRARIES

SOLDAT

Par le Colonel Baron J. AMBERT, Commandant le 2e régiment de Dragons.

OUVRAGE DÉDIÉ A L'EMPEREUR(1).

Compte-rendu du *Moniteur de l'armée*,
Par le major MERSON.

I.

Sous ce simple titre de SOLDAT, M. le colonel Ambert vient de publier un beau livre, *un des meilleurs livres de notre époque.*

Ce début m'oblige, en quelque sorte, à exposer ici franchement et sans vaines réticences, l'opinion

(1) Un très-beau volume grand in-8°, Paris, à la librairie militaire de J. Corréard, rue Christine, 1.

que je me suis faite depuis longtemps du talent de M. le baron Ambert, et de la place que cet écrivain militaire me paraît devoir occuper dans la famille des hommes littéraires de notre nation, en faisant précéder mes réflexions sur ce point d'appréciation biographique d'une protestation de parfaite indépendance vis-à-vis de l'honorable colonel.

Comme tout ce qui sait lire dans l'armée, je connais cet officier supérieur *par ses ouvrages*. C'est une connaissance qui date de plus de vingt ans et que j'ai cultivée avec une constante et sympathique attention.

Mais, personnellement, il y a entre nous absence entière de rapports, même indirects, et je n'ai conservé, du hasard qui me fit rencontrer le colonel Ambert dans le monde, il y a déjà bien des années, qu'un vague souvenir. Il y aura donc dans ce que je vais dire sincérité de *camarade*, mais rien de ces complaisances factices qui, sous le nom de *camaraderie*, frappent aujourd'hui la critique littéraire d'un si grand discrédit.

II.

Ce vieux soldat du nouvel Empire compte dans la république des lettres de longs et brillants services intellectuels. On formerait plusieurs volumes des articles d'art, d'histoire et de philosophie militaires que ce journal doit à sa collaboration, et de ceux dont il a enrichi les plus importants organes de la publicité politique. En dehors de ces travaux courants, d'importants ouvrages de bibliothèque sont sortis de la plume du colonel Ambert.

Dans son premier ouvrage *édité*, ses *Esquisses militaires*, publiées à une époque qu'on pourrait ppeler un autre siècle, tant les années qui nous en éparent ont été vieillies par les révolutions politiues et les commotions sociales, on a pu remarquer ne tendance assez prononcée au romantisme, l'auur ayant eu soin, cependant, d'éloigner ce que romantisme a de faux dans les idées et de trop agéré dans les formes. La verve du lieutenant de

cavalerie, du brillant élève de Saumur y déborde; l'esprit y bouillonne et fait marcher l'œuvre à toute vapeur; la pensée a quelque peine à se faire un jour clair à travers cette profusion d'éblouissantes couleurs; en un mot, l'auteur qui n'a peut-être jamais fait un vers de sa vie, est trop poète dans ce premier jet de sa virile et chaleureuse imagination.

Avec l'âge et les grades, le talent de l'écrivain a acquis sa belle maturité; le style a jeté sa fougue et s'est fixé, et l'on peut dire aujourd'hui que le colonel Ambert est une des notabilités de la grande école des de Maistre, des Châteaubriand, des Lamartine, et peut-être est-il plus le disciple du premier que des deux autres.

Qu'on examine les ouvrages du colonel Ambert avec l'application et le goût que donnent l'étude et l'amour des lettres, et l'on y verra, profusément répandues, des beautés de style du premier ordre. Logique saine et vigoureuse et sens moral des plus développés dans les idées; heureux choix d'expressions, correction, méthode et dignité soutenue dans le langage; énergie de caractère et foi militaire vive et généreuse dans l'exposition et la défense des principes, telles sont les qualités de ce talent hors ligne dans notre profession. Il excelle à rendre les impressions du drapeau et à glorifier le culte de l'honneur et de la patrie. Travailleur infatigable, il étudie laborieusement ses sujets, et puisant aux sources

historiques avec l'ardeur d'un bénédictin, il n'est pas moins érudit par le fond que brillant par la forme.

Ce qu'on ne saurait trop louer dans le colonel Ambert, c'est le dévouement militaire et l'abnégation du talent.

Simple lieutenant-colonel, on le vit un jour sacrifier à la vie militaire, où la fortune arrive si rarement et si lentement, même au plus heureux, un mandat législatif qui pouvait le conduire de plein saut aux premières fonctions de l'État, peut-être à un siége au Luxembourg : un ancien capitaine du génie alla s'y asseoir au 2 décembre ; un lieutenant d'artillerie en activité de service hors cadre, fut promu à une grande préfecture. A une époque qui n'est pas bien loin de nous, ne vit-on pas la renonciation à l'état d'officier faire arriver des militaires d'un grade moins élevé que celui que M. Ambert doit à ses services, au conseil d'État, au ministère, aux ambassades?

Homme de lettres, il consacre, sans partage, ses laborieuses veilles à l'armée. C'est-là, qu'on le sache bien, de l'abnégation, un noble désintéressement.

Sans doute, il est beau, il est digne d'écrire des livres militaires, surtout quand on les écrit en homme supérieur comme le colonel Ambert. Mais c'est

vouer son talent, il faut bien le reconnaître, à une carrière restreinte et par conséquent ingrate; c'est le renfermer, si l'on peut ainsi dire, dans la vie de famille. Certes, ni les Viennet, ni les Alfred de Vigny, ni les Salvandy ne siégeraient aujourd'hui au palais de l'Institut si, restant l'épée au côté, ils n'avaient écrit des livres que pour glorifier et instruire leur ancienne profession.

On pourrait se demander quelle serait la place qui aurait été faite à un talent de la trempe du colonel Ambert, à un esprit de cette portée, dans certaines carrières qui, moins encombrées d'illustrations et de mérites éminents que la nôtre, s'ouvrent plus vastes aux aptitudes littéraires et sont ordinairement, lorsqu'on exerce cette faculté avec éclat, une voie assurée vers un grand avenir. Magistrat, il eut parlé au Palais ou écrit sur les lois avec une grande élévation de style et d'idées, et serait devenu, sans aucun doute, une des gloires et des sommités de son ordre; membre du corps universitaire, il eut été un de ses hauts titulaires, et l'on eut acclamé sa passion des recherches et des études savantes et les belles formes qu'il sait leur donner; homme de lettres de profession, il aurait rencontré dans ce milieu une camarilla fortement constituée qui se serait enorgueillie, s'il avait voulu s'en servir, de le compter au nombre de ses célébrités, et qui aurait trouvé avec raison, pour lui donner des titres à un fauteuil

académique, ses ouvrages d'un plus grand poids que la *Maison des champs* de feu M. de Campenon, ou que la *Leçon de botanique* de feu M. Emmanuel Dupaty.

Le colonel Ambert a-t-il des détracteurs de son beau talent? je ne puis le savoir; mais ses ouvrages sont marqués au coin d'une trop évidente supériorité pour qu'il puisse se flatter d'être sauvegardé contre tout sentiment d'envie. Pour moi, qui ne suis plus d'âge à éprouver cette passion, et qui, grâce au ciel, ne me souviens guère de l'avoir jamais eue au fond du cœur, je ne lui ai pas marchandé l'éloge. Certes, je ne prétends pas que ses écrits soient sans défauts; mais j'avais ici à juger une puissante nature intellectuelle et non à faire de la dissection littéraire pour lui trouver quelques imperfections.

III.

Le livre du Soldat se compose d'une suite de dissertations ou discours sur les questions d'histoire, de mœurs et de philosophie militaires les plus propres

à donner la mesure de l'importance, de la dignité et des devoirs de notre profession. L'auteur a traité en historien et en moraliste militaire des sujets tels que ceux-ci :

Pourquoi la carrière des armes est-elle en honneur? — Fantassin d'Afrique. — Armée. — Guerre. — Commandement, Obéissance. — Dieu. — De la Profession des Armes. — Gendarme. — Sœur de Charité. — La Croix et l'Épée. — Drapeau. — Soldat. Poète et Soldat. — Paysan et Soldat. — Cavalerie. — Discipline. — La Plume et l'Épée, etc.

Quelques notices biographiques ont fourni au colonel Ambert l'occasion de faire preuve des brillantes qualités de son talent lorsqu'il l'applique à ce genre de littérature. Ces notices sont relatives au colonel Mirabeau, une des plus intéressantes physionomies militaires des derniers temps de l'ancienne monarchie; au général Abbatucci, dont on connaît le courage et les vertus chevaleresques sous le drapeau républicain et l'héroïque mort dans les ouvrages de défense du pont d'Huningue, et au général Ambert, père de l'auteur, une des illustrations militaires inscrites sur les tables commémoratives de l'arc de triomphe de l'Étoile. L'auteur a écrit au frontispice de l'œuvre biographique qu'il a consacrée à la mémoire du général Ambert, ces paroles fameuses du maréchal Lefèvre : « *Vous êtes fier de vos ancêtres;*

eh bien, moi, je suis un ancêtre. » Il ne pouvait pas se donner à lui-même un plus beau titre de noblesse.

Ces éloges, écrits dans le style et le goût des maîtres qui nous ont laissé des modèles de cette belle partie de la littérature historique, qui malheureusement tend de plus en plus à se perdre parmi nous, doivent nous faire regretter à tous qu'il n'ait pas été donné suite, pour des motifs que le colonel explique dans sa préface, à la décision ministérielle qui lui avait confié, en 1847, la rédaction d'un livre de *Notices sur les guerriers français les plus illustres.*

IV.

La division de l'ouvrage par dissertations sur des sujets qui découlent naturellement de la pensée générale du livre, a assez de rapport avec la forme adoptée par un autre soldat, grand penseur et grand écrivain, l'illustre Vauvenargues, qui ne s'est pas borné à écrire, à la manière de La Rochefoucauld, un recueil

de maximes et de réflexions, de ces aphorismes qui jaillissaient de son génie comme des éclairs; il a fait le corollaire d'une série de discours développés sur divers sujets de philosophie et de morale.

Le colonel Ambert a voulu faire un livre sur la profession de soldat, et il l'a composé des plus hautes leçons de morale et des plus beaux exemples de vertu et de grandeur militaires.

Les pages qui répondent à cette question : *Pourquoi la carrière des armes est-elle en honneur?* expliquent, en style magnifique, les raisons de cette universalité de considération et de sympathie qui entoure notre profession, et d'une prédilection qu'on retrouve dans l'histoire de tous les temps et dans les mœurs de tous les peuples. Pour définir la puissance d'une pareille opinion dans les sociétés humaines, l'auteur emprunte une saisissante image à une des plus belles créations de l'art.

« Pourquoi cet hommage universel? dit-il; pourquoi cet hymne qui s'élève des entrailles de la terre en l'honneur du guerrier?

« Un homme vous l'a dit, plus grand de mille coudées que les poètes contemporains; plus vaste génie que les hommes d'État produits par la tribune: Michel-Ange.

« Il voulut un jour personnifier la *Pensée* dans une œuvre empreinte de la maturité du génie. Il sculpta une figure connue du monde entier sous le nom de *Il Pensiero*, — la Pensée.

« *Il n'existe pas dans les arts d'autre personnification de la méditation*. Cette figure est le seul type du recueillement et de la pensée profonde. Michel-Ange ne l'a pas habillée en philosophe, ni en religieux, ni en poète, ni en artiste, ni en théologien, ni en docteur, ni même en pape. Et cependant ces types divers de penseurs ne manquaient pas, dans le passé ni dans le présent, au siècle et aux pays de Michel-Ange et de Raphaël, du Corrège et de Léonard de Vinci, de Dante et de Savonarola, de Marco Polo et de Christophe Colomb, de Machiavel et de Galilée, de saint François d'Assise et de saint Thomas d'Aquin, de Jules II, de Léon X et de Clément VII.

« Or, savez-vous comment Michel-Ange a habillé la *Pensée?* — Il l'a habillée en *soldat*.

« Le marbre le plus pur, créé par Michel-Ange,
« *Est un jeune guerrier*, triste et beau comme un ange.
« L'artiste l'a sculpté, languissamment assis
« A l'angle du tombeau de l'un des Médicis (1).

---

(1) *Il Pensiero*, petit poème dont on regrette de ne pouvoir nommer l'auteur.

« Ce type de la pensée, Michel-Ange ne l'a tiré ni du marbre ni affublé de la robe de rhéteur, ni drapé dans la chlamyde du tribun; il l'a sculpté dans la cuirasse de l'homme de guerre, il a mis sur son front qui médite le casque de fer du soldat.

« Pourquoi?

« Parce que le génie de Michel-Ange avait deviné, que parmi tant de glorieux exemples, parmi tant d'immortelles victimes, tant d'illustres martyrs ou serviteurs de la pensée qui se dévouent à son culte, illustrant un siècle ou un pays, seul, entre tous, le soldat de tous les siècles et de tous les pays est la victime toujours prête, le défenseur toujours armé, le serviteur, l'apôtre et le martyr éternel.

« C'est la traduction chrétienne de l'antique allégorie qui faisait sortir Minerve du cerveau de Jupiter; Minerve la sagesse *armée*, le casque en tête, le fer à la main. »

Certes, voilà qui est beau; c'est de l'inspiration poétique, c'est le style de l'ode grecque.

Je n'ai qu'une seule remarque à faire sur cet hymne en l'honneur du guerrier.

L'auteur dit qu'il n'existe pas dans les arts d'autre personnification de la Méditation, que la figure sculptée par Michel-Ange.

Il en est une autre, représentée aussi sous une

forme guerrière, et qui, de plus, est pour nous le type le plus parfait du patriotisme incarné : c'est la statue de Jeanne d'Arc que tout le monde connaît, sculptée dans l'*attitude d'une mélancolique et sainte méditation* par une *auguste artiste*, pour laquelle, à une époque d'effervescence politique, il n'y avait pas d'esprit de parti en France, et dont toutes les opinions ont déploré la mort prématurée.

V.

Le colonel Ambert possède un des plus précieux secrets des maîtres : l'art d'anoblir les mots qui appartiennent à la langue populaire.

Dans son *portrait* du Fantassin d'Afrique (qu'on me passe cette expression que M. de La Guéronniére a définitivement fait passer du vocabulaire des arts dans celui des lettres). M. Ambert ne nomme pas le fils du laboureur qui quitte sa charrue pour aller défendre l'État, Coridon ou Némorin, il l'appelle du nom de *paysan*, et ce mot acquiert sous sa plume une valeur euphonique qu'il ne donne pas aux mots rhéteur ou financier.

On voit qu'il s'est souvenu que notre grand fabuliste a introduit dans le Sénat romain un personnage qu'il nous présente sous le sayon d'un *Paysan du Danube*, et auquel il fait prononcer les plus éloquentes paroles d'une bouche humaine.

« Le *paysan*, dit le colonel Ambert, est notre meilleur soldat. Ses vertus primitives et naturelles ont de grands rapports avec les vertus militaires. Il est obéissant, il est robuste, il se contente de peu, il souffre en silence. Ses facultés se concentrent dans le métier qu'il exerce. En temps ordinaire, il s'émeut difficilement, et les esprits peu observateurs le dédaignent faute de le comprendre. Mais lorsque, enlevant l'écorce grossière du paysan, vous trouvez le soldat, rien n'est plus admirable. . . »

Et ailleurs :

« Le petit bourgeois s'anoblit par la magistrature, la science, les lettres et les arts, tandis que le paysan ne s'anoblit que par les armes. La carrière militaire est donc en honneur parmi les paysans.... Le paysan est d'épée ou d'église, il n'est pas de robe ou de cour. Aussi le paysan aime-t-il le soldat comme un fils et le soldat aime-t-il le paysan comme un père. Les vertus militaires, bravoure et dévoûment, vont droit à l'intelligence et au cœur du paysan, qui comprend plus difficilement l'éloquence, les beaux-arts ou le style. De son côté, le soldat appelé à défendre son pays, aime la terre et respecte le bras

qui la cultive mieux et plus que l'esprit et la science. (1).

Tout cela est *relativement* vrai, c'est-à-dire, en plaçant le paysan à son point de vue le plus favorable : sous le drapeau, et lorsque la discipline et les bons exemples ont purgé ses vertus natives des souillures qu'elles avaient contractées au contact de la vie civile. C'est le jeune soldat servant pour son propre compte, nature d'hommes fournis à l'armée par les campagnes, et que les chiffres des comptes-rendus de la justice militaire, qui ont bien aussi leur éloquence, nous présentent avec une condamnation sur 148 justiciables, tandis que cette proportion est de 1 sur 43 parmi les engagés volontaires, et de 1 sur 62 parmi les remplaçans, dont le plus grand nombre nous est envoyé par les villes.

Mais les *paysans du village* ne sont malheureusement pas aussi parfaits que *ceux du régiment*. Ils n'ont plus cette bonhomie de mœurs et de caractère qui distingue le type si bien dessiné par le colonel Ambert. Les journaux de l'ancienne opposition, qui pénétraient partout, même sous la chaumière, nous les ont un peu gâtés.

---

(1) *Paysan et Soldat*, p. 560 de l'ouvrage.

Ceux qui sont en position d'étudier le mouvement des mœurs publiques, remarquent cependant que le mauvais levain jeté dans nos campagnes par la presse politique tend de plus en plus à disparaître. C'est un progrès auquel viennent puissamment aider les soldats que les libérations annuelles rendent à la vie de village, les vrais et braves paysans du colonel Ambert.

VI.

Sous ce titre : *Honneurs militaires*, le colonel Ambert a commenté admirablement les actes de l'autorité suprême qui ont réglé la forme des honneurs militaires, les préséances hiérarchiques et les droits à ces prérogatives. Ce n'est pas une froide et diffuse argumentation de légiste ; c'est une dissertation de haut style littéraire et de la plus saine logique sur une matière assez mal comprise, qui a donné lieu à plus d'un conflit d'autorité et d'amour-propre, à plus d'un égarement de l'esprit de corporation.

L'auteur expose des considérations de l'ordre le plus élevé sur ce sentiment des choses morales qui, bien plus que la richesse publique, la perfection des arts, le développement des sciences, l'étendue des frontières, est le caractère de la véritable civilisation : celle qui n'est pas encore entrée dans une phase de décadence et de corruption. Il compare ingénieusement à l'homme, qui a un corps et une âme, ce grand corps qui forme et qu'on appelle la nation, et qui a aussi une âme immense, dont les aspirations se produisent au loin et semblent participer de l'immortalité de l'âme humaine. Il explique, en s'inspirant de l'esprit de Montesquieu, les causes de la puissance romaine, qui n'a pas cessé, même pour nous, qui avons passé sous le prestige de celle de Napoléon 1er, d'être un sujet d'étonnement.

« En remontant aux causes de la grandeur du peuple romain, dit-il ensuite, Montesquieu fait sans cesse observer qu'il honorait les dieux, la vertu, les services et la vieillesse.

« Les victoires de ce peuple, maître du monde, les monuments gigantesques taillés dans le marbre, les voies romaines qui sillonnaient l'Afrique, l'Italie, l'Espagne, les Gaules, et que le soldat avait tracées de ses mains, les tribunes retentissantes du Sénat et du Forum, les livres immortels des historiens et des poètes étaient les conséquences de la grandeur de Rome, mais n'en étaient pas la cause..

« La cause existait dans l'âme même d'un peuple qui élevait des statues pour honorer ses grands citoyens, qui décernait le triomphe à ses généraux vainqueurs, qui allait chercher Cincinnatus à la charrue, et saluait d'acclamations immenses celui qui, malgré la défaite d'un jour, ne désespérait pas du salut de la patrie.

« Toute la civilisation est là, c'est-à-dire dans les institutions, dans les croyances. . . . .

« Parmi ces croyances, l'une domine toutes les autres : *C'est le respect de l'autorité.* Des formules visibles traduisent de toutes parts cette pensée de respect. Le culte a des pompes éblouissantes ; l'airain de la cloche frappe l'air ; le prêtre se pare des vêtements bibliques, les lévites ont des robes blanches ou pourpre, et font monter vers le ciel les nuages mystérieux de l'encens. En même temps, le juge de la terre se couvre d'une autre robe, symbolique image de la pureté, de la chasteté de son ministère, comme pour mieux faire comprendre aux peuples que la magistrature est aussi un sacerdoce.

« Au milieu des mers lointaines, un navire honore le navire fuyant à l'horizon : dans ces départs, sur ce vaste volcan, c'est l'Angleterre ou l'Espagne qui saluent la France ou l'Autriche par le bruit des canons ou la pose des voiles. Les matelots bercés sur la vague savent alors qu'il y a dans leur vie aven-

tureuse, dans leur existence de dangers, autre chose que la fatigue et le gain, leur cœur ému s'élance vers Dieu, vers la famille, vers la patrie.

« A terre, le tambour bat, la trompette sonne pour saluer le prince ou le général qui passe devant les soldats. Ici, la sentinelle porte les armes à une épaulette ou à un insigne d'honneur; là, les officiers font visite de corps, en vertu de la loi, à l'autorité que le souverain a institué pour un tel hommage. »

Des enseignements de l'histoire et des croyances qui ont leur soure dans la religion et dans le culte de la patrie, on ne pouvait pas déduire avec plus de logique et de haute raison, et en un plus beau style, le principe des honneurs militaires, si étroitement lié au principe d'autorité, qui compte le colonel Ambert parmi ses plus dévoués défenseurs.

Je ne puis le suivre dans tous les développements d'un travail qu'il faut lire en entier, et qui forme un des chapitres les plus remarquables du *Livre du Soldat*. Ce n'est pas seulement un brillant discours sur les honneurs et préséances : c'est, comme je l'ai dit, un excellent commentaire des décrets et ordonnances qui régissent ces délicates questions. Il mérite donc d'être recommandé à la sérieuse attention des hauts fonctionnaires de l'armée et même de l'ordre civil, qui ont plus particulièrement pour mission de faire exécuter les actes de l'autorité pu-

VII.

Une des plus importantes études de l'auteur port
ce titre, si simple par l'expression et d'une si grand
majesté par la pensée infinie qui en découle : DIEU

Cette étude et celle intitulée : *Pourquoi la ca*
rière des armes est-elle en honneur, ont valu à l'au
teur une lettre d'un honorable ecclésiastique, d'u
jeune membre du clergé, sans doute, où on lui po
cette singulière question :

« Expliquer pourquoi ce qu'il y a de plus hon
rable dans le monde, au jugement de tout le gen
humain sans exception, est de verser *innocemme*
le sang *innocent?* »

Cette question du philantropique prêtre, dont il d
mande la solution, et qui est pourtant résolue da
son esprit, a pour corollaire de hardis paradoxes, q
ne sont pas nouveaux dans l'école des *bellicophobe*
qu'on me pardonne ce néologisme, que je ne m

mets qu'à titre d'aumône à la pauvreté de notre
gue :

« Le métier de la guerre rend féroce et dûr celui
l'exerce.

Le soldat ressemble au bourreau; leurs fonc-
s se touchent, car l'un et l'autre versent le
g. »

e colonel Ambert répond à cette étonnante com-
ison par cette vive et si concluante saillie de
beau, qui disait, de deux choses absolument
osées et qui se touchaient : « Elles se touchent
me le premier degré dans le cercle touche
60e, précisément parce qu'il n'y en a pas de
éloigné. »

'était là un beau texte pour que le vigoureux
vain militaire se lançât à pleine carrière dans
polémique dont tous les honneurs lui sont res-
L'histoire, les livres saints, l'éloquence sacrée,
philosophie lui ont fourni des armes avec les-
lles il semble se jouer contre les faibles armes de
adversaire.

raiment, il faut admirer le colonel d'avoir gé-
eusement enrichi son livre d'une si brillante ar-
nentation, à propos d'une question qui aurait pu
résolue par le plus simple bon sens, et d'un pa-
oxe qui trouve sa réfutation dans la raison écrite,
s nos lois, dans l'art. 328 du Code pénal, lequel



La réponse au raisonnement
je persiste à croire que le co
affaire à un ecclésiastique dont
pas encore eu le temps de mûrir,
dans la sentence martiale angla
quelle un major russe, qui avait
sacrer sur le champ d'Inkerman
més et sans défense, a été pen
voilà le bourreau du correspond
colonel.

L'humanité du saint prêtre ve
que le soldat verse *innocemmen*

Eh bien! c'est encore là un
n'est pas l'exécuteur *innocent* d
il ne verse pas un sang innoce

Le soldat c'est l'armée; et qu'
Une grande fiction sociale, *le pa*
selon la belle expression d'un ill

C'est le patriotisme organisé
France et de l'Angleterre, châti

dat russe, non pas un *innocent*, mais un coupable, et c'est pourquoi il le combat *au péril de sa vie*. Le représentant du principe cosaque n'est pas non plus un bourreau ; il croit que sa cause est sainte ; il la défend et ne donne la mort que pour ne pas être tué.

« Le métier de la guerre, dit encore le jeune prêtre, rend féroce et dur. »

Il n'a donc lu aucune histoire de la révolution ? Les hommes féroces, durs, lâches étaient les proconsuls qui suivaient l'armée ; il n'y avait de contrepoids à leur sanglant pouvoir que dans l'humanité des généraux. S'il y avait des saints à choisir dans la légende républicaine, ce serait parmi les Dampierre, les Moncey, les Desaix, les Marceau qu'on les trouverait.

« Observez, disait M. de Maistre, cité par le colonel Ambert, un phénomène bien digne de notre attention : c'est que le métier de la guerre, comme on pourrait le croire ou le craindre si l'expérience ne nous instruisait pas, ne tend nullement à dégrader, à rendre féroce, ou dur au moins, celui qui l'exerce : au contraire, il tend à perfectionner. L'homme le plus honnête est ordinairement le militaire honnête, et, pour mon compte, j'ai toujours fait un cas particulier du bon sens militaire. Je le préfère infiniment aux long détours des gens d'affaires. Dans le commerce ordinaire de la vie, les militaires sont plus

aimables, et souvent même, à ce qu'il m'a paru, plus obligeants que les autres hommes. Au milieu des orages politiques, ils se montrent généralement défenseurs intrépides des maximes antiques; et les sophismes les plus éblouissants échouent presque toujours devant leur droiture; ils s'occupent volontiers des choses et des connaissances utiles. »

Quand cette polémique ne nous aurait valu que la révélation de ce magnifique éloge du caractère militaire, il faudrait remercier le colonel Ambert de s'y être livré.

VIII.

Il est un poète que vous connaissez tous, que nos pères ont appelé *le législateur du Parnasse*, et que les collets montés du romantisme ne nomment plus, par dédain, que le *vieux Boileau;* peut-être est-ce à cause de la haine à mort qu'il avait vouée à l'école de Ronsard, qui vivait encore de son temps et qu'on a essayé de remettre en honneur dans le nôtre. Le *vieux Boileau* donc, voulant exhaler sa mauvaise humeur contre l'art de rimer, adressa sur ce sujet à son ami Molière, une autre ganache de l'école class

que, une épître à jamais renommée par la pureté du style et la richesse des rimes.

Le colonel Ambert a usé du même procédé, du même artifice de style et de talent dans son discours : *Poète et Soldat*. Il attaque les poètes en prosateur plein de grandes idées, d'éclat et de poésie.

Mais où donc est la poésie aujourd'hui, si l'on ne la retrouve pas dans la prose? Si nous voulions employer une des métaphores recommandées par le *gradus ad Parnassum* du romantisme, nous dirions que le colonel Ambert a lancé les traits de son brillant esprit contre un cadavre, que la prose triomphante n'a plus qu'à pousser du pied pour le faire choir dans sa tombe entrebaillée.

La poésie, ou, en d'autres termes, la versification, est passée à l'état d'un ridicule de province. Tous les genres qui constituaient l'art du poème sont abandonnés; il n'y a plus de *satires* que dans les *Guêpes* de M. Alphonse Karr ou dans le *Charivari ;* d'*épîtres* que dans la correspondance du *Siècle* ou de l'*Estafette*; de *madrigaux* que dans le *Journal des modes*. Qui s'aviserait aujourd'hui de composer une épopée? Homère lui-même, s'il pouvait renaître à la vie littéraire, n'aurait pas plutôt chanté l'exorde de son œuvre, que toutes les voix du feuilleton lui crieraient : *Assez! assez!* et qu'il serait écrasé sous une avalanche de romans historiques.

« Un écrivain, homme d'État et grand poète, a

dit : *Il ne faut à l'homme de guerre qu'une sorte d'héroïsme, celui qui affronte le feu.*

Le colonel Ambert s'indigne avec raison d'un aussi faux jugement, qui ne tendrait à rien moins qu'à dénier les conceptions du génie aux grands capitaines dont la renommée remplit les siècles, aux Alexandre, aux Annibal, à César, à Gustave-Adolphe, à Turenne, au prince Eugène, à Frédéric, à Napoléon.

« Lorsque les maîtres de la littérature française dit le colonel, écrivaient ses immortelles page qu'admire le monde entier, ils trouvaient dans leu âme de nobles accents en faveur du guerrier; loin d nier l'art, la science, le génie de la guerre, ils le exaltaient, au contraire, et sanctifiaient, en quelqu sorte, le sacrifice du soldat et la grandeur du génér par les plus sublimes paroles qu'ait produites notr langue. Bossuet rappelait la vie et la mort d'Alexan dre de Macédoine, *cet éclat qui surpassait tout c que l'univers avait jamais vu* (1); puis l'orateu chrétien décrivait la bataille de Rocroi, et montrait la France émue le grand Condé fléchissant le ge nou, et, dans le champ de bataille, rendant au Die des armées la gloire qu'il lui envoyait (2).

(1) *Histoire universelle.*

(2) *Oraison funèbre du prince de Condé.*

« Bossuet, ajoute l'écrivain militaire, croyait à Dieu et à la gloire, mais il croyait peu à la fortune et au hasard. Le prince, en fléchissant le genou, avait un autre héroïsme, ce nous semble, que celui qui affronte le feu.

Le colonel invoque les grands esprits qui se sont inclinés devant les trophées du champ de bataille et qui ont divinisé la guerre : Xénophon, Thucidide, Bossuet, Fénelon, Fléchier, le comte de Maistre, *Racine*, *Voltaire*. On voit que l'anathème n'est pas lancé sur tous les poètes.

Les citations des maîtres, dans cette étude, sont nombreuses et elles s'harmonisent très-bien avec les idées et le style du colonel : c'est le plus grand éloge que nous en puissions faire.

Il a bien fait de signaler cet égarement de la raison de quelques grands poètes de notre époque; mais qu'il me permette de le lui dire, c'est peut-être parce qu'ils ont abandonné les hauteurs de la poésie, pour faire descendre leur prose dans l'arène des passions politiques, que leur jugement a fait plus d'un faux pas. Les *Méditations* et les *Harmonies* absoudront, dans la postérité, l'auteur des *Girondins*, et ce ne sont ni les *Odes* et *Ballades*, ni les *Feuilles d'Automne* et les *Orientales*, qui retiennent loin de sa patrie un autre grand écrivain.

Plus d'un homme de goût, en lisant le *Livre du*


STANFORD LIBRARIES



Pl. 1.

Loi de variation des valeurs de m.

2.20

2.11

3.00

7.00 7.163 7.50 7.759 8.00

3h.00 3h.50

Paris Imp. Geny-Gros

JOURNAL
DES
ARMES SPÉCIALES.

COURS ÉLÉMENTAIRE
DE
FORTIFICATION.

A l'usage des sous-officiers de l'armée.

Par TH. PARMENTIER,
Ancien élève de l'École polytechnique, Capitaine du Génie.

DÉFENSES ACCESSOIRES.

63. Les *défenses accessoires* que l'on place en avant du fossé d'un ouvrage et dans le fossé lui-même, ont pour but de retarder la marche de l'ennemi et de le forcer de rester plus longtemps sous le feu des défenseurs.

64. Les *abatis* sont des arbres couchés les uns à côté des autres, et entrelacés de manière à ne laisser aucun passage. Lorsqu'on trouve des arbres au lieu même où l'on veut établir des abatis, on ne les coupe qu'à demi, à environ $1^m,00$ de terre, puis on les couche sur le sol, en ayant soin de coucher d'abord la rangée extérieure, afin que les têtes des arbres des rangées successives recouvrent les troncs des rangées précédentes. Quand les arbres sont rapportés, on fixe solidement leurs troncs au sol, au moyen de pieux et de harts. Les pointes des branchages doivent être tournées vers l'ennemi.

Les abatis doivent être placés de manière à ne pas procurer un couvert à l'ennemi et à ne pas pouvoir être détruits de loin par l'artillerie. Leur emplacement ordinaire est derrière un glacis en avant de la contrescarpe (fig.59). On peut encore les employer pour fermer la gorge d'un ouvrage ouvert, pour barrer les intervalles qui séparent plusieurs ouvrages et pour combler des chemins creux. On peut barrer une route en coupant à demi les arbres qui la bordent des deux côtés et les couchant dans le sens de la largeur de la route. Quelquefois on adosse des abatis de branches d'arbres contre l'escarpe ou la contrescarpe d'un fossé, en enterrant les gros bouts au pied du talus. Les extrémités des branches ne doivent pas dépasser le fossé.

Les abatis sont de très-bons obstacles, chaque fois que l'ennemi ne peut pas les détruire à coups de canon.

65. Les *trous de loup* sont des puits tronconiques, qui doivent être placés sur au moins trois rangs de profondeur, les uns à côté des autres, à environ $3^m,00$ ou $3^m,20$ de centre en centre (fig.60). On leur donne ordinairement $1^m,30$ de profondeur, $2^m,00$ de diamètre supérieur et $0^m,70$ de diamètre inférieur. Les terres provenant de leur excavation sont accumulées dans les intervalles, et l'on plante un piquet au fond de chaque trou de loup, pour empêcher qu'on puisse y sauter facilement.

Les Anglais et les Allemands emploient quelquefois des trous de loup pyramidaux à section carrée, dispo-

sés sur le sol comme les cases d'un damier. Ces trous de loup sont plus faciles à franchir que les autres.

On place ordinairement les trous de loup en avant du fossé sur la capitale des ouvrages, et, en général, dans les secteurs privés de feux. On en creuse aussi quelquefois au pied de l'escarpe. Dans ce cas on les fait contigus et les terres qui en proviennent sont employées au remblai de l'ouvrage, ou éparpillées en avant du fossé si les terrassements sont achevés. On peut aussi employer des trous de loup pour protéger la gorge d'un ouvrage ouvert, ou pour barrer l'intervalle qui sépare deux ouvrages.

66. On emploie souvent comme défense accessoire des *petits piquets* de 0^m, 50 à 0^m, 80 de longueur, plantés irrégulièrement dans le sol, de manière à le dépasser de 0^m, 30 à 0^m, 60. La hauteur et les intervalles des petits piquets doivent être irréguliers, afin qu'il soit plus difficile de les enlever ou de les recouvrir de terre. On les emploie au pied des glacis sur une largeur de 4 mètres au moins, sur le fond du fossé, et dans les intervalles des trous de loup pyramidaux. Les petits piquets plantés devant la contrescarpe peuvent être détruits par l'artillerie ennemie lançant des boulets et des obus à ricochet.

Quelquefois on emploie, au lieu de petits piquets, des herses de laboureur assujetties au sol et entre elles au moyen de crochets et de piquets.

67. Les *chausse-trapes* sont des espèces de pyramides quadrangulaires en fer, à pointes aiguës et à faces

concaves. On les forme en forgeant ensemble, sur la moitié de leur longueur, trois clous de 0^{m}, 10 de longueur, de manière que les quatre pointes fassent entre elles des angles égaux. Les chausse-trapes jetées au hasard reposent toujours sur trois pointes et présentent la quatrième en l'air (fig. 61).

Cette défense accessoire est d'un usage rare. Le jour les chausse-trapes sont faciles à écarter. Quand on les sème devant la contrescarpe on les recouvre quelquefois d'un peu de terre pour que l'ennemi ne les voie pas. Elles sont très-bonnes pour rendre un gué impraticable.

Quelquefois on se sert de planches percées de clous longs et forts, et assujetties sur le terrain ou recouvertes d'une petite couche de terre.

68. Les *palissades* (dont nous avons déjà parlé au n° 47), sont des buches triangulaires de 3^{m},00 à 3^{m}, 50 de longueur sur 0^{m},15 à 0 ,18 de côté, appointées par un bout et enterrées de 0^{m},80 à 1^{m},00; chaque palissade est fixée intérieurement par une cheville à un liteau (fig. 62). Il est bon de charbonner la pointe qui doit être enterrée. On place les palissades au pied de la contrescarpe quand le fossé n'est pas flanqué; mais dans le cas contraire il vaut mieux les placer au pied de l'escarpe afin de forcer l'ennemi à les enlever sous l'action d'un feu meurtrier. Pour augmenter la difficulté de couper les palissades à coups de hache, on peut creuser, à 0 ,50 en avant, un petit fossé de 2^{m},00 de largeur et de 1^{m},70

de profondeur, dont l'un des talus est prolongé jusqu'aux palissades.

Quand les palissades sont plantées au pied de la contrescarpe l'ennemi peut, au lieu de les enlever, combler le prisme triangulaire compris entre le talus de la contrescarpe et les palissades, au moyen de fascines (voir n° 85).

Quand il y a un glacis on peut placer des palissades sur le bord de la contrescarpe, mais elles ne doivent pas dépasser la crête du glacis afin qu'on ne puisse pas les détruire de loin par l'artillerie.

On se sert aussi de palissades ou de palanques pour fermer la gorge d'un ouvrage ou pour former un réduit dans son intérieur (voyez n°s 47 et 60).

On emploie souvent des palanques pour défendre des fossés non flanqués ; on les dispose à cet effet sur deux lignes transversales appuyées, l'une à l'escarpe, l'autre à la contrescarpe, et se recouvrant d'au moins 0^{m},30; puis on ferme l'intervalle entre les deux lignes par une barrière.

69. Les *fraises* sont des palissades placées à peu près horizontalement. On les emploie ordinairement au sommet de l'escarpe, et on leur donne une légère inclinaison vers le fond du fossé comme on voit dans la fig. 68. Si pourtant le fossé a moins de 3 mètres de hauteur on peut les incliner en sens inverse comme le font fréquemment les Allemands, afin de ne pas diminuer la

profondeur du fossé *. Les fraises ne doivent pas avoir trop de saillie, surtout quand le fossé n'est pas très-large ; on les place ordinairement de manière que leur pointe ne dépasse pas l'aplomb du pied de l'escarpe. On enterre les fraises de 1m,30 à 1m,50 et on les assujettit par des chevilles contre deux lambourdes placées l'une en dessous à leur entrée en terre, l'autre en dessus à l'extrémité de leur queue. Quand le fossé n'est pas flanqué, on doit chercher à arrêter l'ennemi au bord de la contrescarpe plutôt que dans le fossé où il est à l'abri. Dans ce cas, on peut placer les fraises au sommet de la contrescarpe sous le remblai d'un petit glacis, en les inclinant vers le haut, et pour empêcher que l'ennemi ne saute dans le fossé sans détruire les fraises, on plante des petits piquets au pied de la contrescarpe (fig. 64).

On ne *fraise* jamais à la fois l'escarpe et la contrescarpe d'un ouvrage parce que cela diminuerait, trop la largeur du fossé.

Les fraises se placent perpendiculairement à la direction du parapet; seulement, dans les angles, on les place en éventail.

* Les fraises inclinées vers le haut ont encore l'avantage d'avoir une plus forte charge de terre sur leur queue et d'empêcher les terres que les projectiles font ébouler du parapet de tomber dans le fossé. Mais elles ont l'inconvénient grave d'être plus exposées au canon de l'ennemi, et par suite, de pouvoir être plus facilement détruites de loin.

70. On appelle *cheval de frise* (fig. 65) une poutrelle de trois à quatre mètres de longueur sur $0^m,20$ à $0^m,30$ d'équarrissage, dont les faces sont alternativement percées de trous distants entre eux d'environ $0^m,15$, dans lesquels on engage des lances en bois. Ces lances appointées à leurs extrémités ont ordinairement $2^m,50$ à $3^m,00$ de longueur. On se sert principalement des chevaux de frise isolés pour barrer des passages étroits. On peut aussi les employer comme barrière, en faisant tourner une des extrémités de la poutrelle sur un pivot, tandis que l'autre porte une roue de voiture. Quand on veut fermer la gorge d'un ouvrage ou barrer un cours d'eau au moyen de chevaux de frise, il faut les attacher entre eux. A cet effet chaque cheval de frise porte un anneau à l'une de ses extrémités tandis que l'autre reçoit un bout de chaîne avec un crochet. Quelquefois on s'est servi de lignes de chevaux de frise pour entourer de l'infanterie peu nombreuse, exposée en plaine à des attaques de cavalerie.

Les chevaux de frise ont sur les palissades l'avantage de pouvoir être facilement déplacés.

71. Le fossé d'un ouvrage formant l'obstacle le plus important, il était naturel de chercher à redoubler cet obstacle en établissant un *avant-fossé* en avant du fossé principal. Toutefois, dans un ouvrage non flanqué, u avant-fossé serait très-nuisible car l'assaillant pourrait s'y établir à couvert pour s'élancer de là à l'attaque. Mais lorsque l'avant-fossé peut être enfilé par des flancs

il est avantageux; son utilité est pourtant rarement proportionnée au temps et au travail qu'il exige. Afin qu'il n'y ait pas d'angle mort dans le rentrant *f* (fig. 66), on raccorde le fond du fossé au terrain naturel par des rampes *fe, fe'* battues par l'ouvrage.

On emploie plus souvent un demi avant-fossé (fig. 59) dont le fond, tenu en prolongement du plan du glacis, est partout bien battu par l'ouvrage. Cette disposition permet d'établir en avant de la contrescarpe d'un ouvrage des abatis qui sont à l'abri du canon ennemi.

72. Lorsque le terrain s'y prête on peut se servir très-avantageusement, pour arrêter l'ennemi, d'un cours d'eau que l'on fait déborder au moyen d'un barrage, en formant ainsi une *inondation artificielle*. Il faut pour cela que le cours d'eau coule dans une vallée étroite, car il ne suffit pas de barrer la rivière, il faut que les digues s'étendent jusqu'aux berges des hauteurs qui limitent la vallée. Pour que l'inondation soit un véritable obstacle il faut que l'on puisse élever l'eau jusqu'à 1^{m}, 50 au-dessus du terrain. Un ouvrage précédé d'une inondation de 2^{m},00 de profondeur d'eau sur 6^{m},00 de largeur, ou de 1^{m},50 de profondeur d'eau sur 30 à 40 mètres de largeur, peut être considéré comme étant à l'abri d'une attaque de vive force. Une inondation moins profonde peut pourtant être utile, et l'on peut même tirer un parti avantageux de simples *blancs d'eau*, surtout quand le sol est marécageux, en le coupant à l'avance de petits fossés, ou de trous de loup.

Il est assez difficile de s'assurer à l'avance à quelle hauteur on pourra *tendre* une inondation, et quel sera le temps nécessaire pour arriver à ce résultat. Cela dépend de la configuration du terrain et de la force du cours d'eau.

Quand on s'est fixé la hauteur à laquelle on veut faire monter les eaux, on détermine les limites qu'aurait l'inondation tendue à cette hauteur, au moyen d'un nivellement ; puis on mesure la surface du terrain qui doit être inondée et l'on détermine par des profils, la profondeur moyenne de l'inondation. Le produit de cette surface et de cette profondeur donnera en mètres cubes la quantité d'eau nécessaire pour tendre l'inondation. Il faut alors chercher dans combien de temps la rivière peut fournir cette quantité d'eau. La masse d'eau Q que fournit une rivière dans chaque seconde est égale à la surface mouillée S de son profil multipliée par la *vitesse* v de l'eau, c'est-à-dire par la quantité dont avance une section de l'eau dans une seconde. On a donc

$$Q = S\ v.$$

On détermine la surface S de la section de l'eau, au moyen de sondes que l'on fait en s'avançant en bateau d'une rive à l'autre, dans une partie droite et de largeur moyenne de la rivière. Quant à la vitesse, il y a différents procédés pour la déterminer. Nous n'indiquerons que le plus facile à mettre en usage en campagne. Il consiste à jeter dans l'eau un *flotteur*,

et à mesurer le chemin qu'il parcourt dans une ou plusieurs minutes ; on en déduit la *vitesse*, ou le chemin parcouru en une seconde, au moyen d'une simple division. Il faut éviter de choisir un flotteur dont une grande partie est hors de l'eau ; on emploie avantageusement deux petites balles de cire à cacheter réunies par un fil. La vitesse ainsi déterminée est la vitesse à la surface, qui est plus grande que celle au fond du cours d'eau. Pour avoir la *vitesse moyenne* qui entre dans la formule précédente, il faut multiplier la vitesse mesurée à la surface, par le nombre 0, 80.

Lorsqu'on connaît S et v et par suite Q, il est facile de déterminer le temps qu'il faut pour tendre l'inondation. En effet, il est clair que la masse M de l'eau qu'il faudra sera égale à la quantité d'eau Q, fournie par chaque seconde, multipliée par le nombre t de secondes nécessaires pour tendre l'inondation. On a donc $M = Q\,t$, d'où

$$t = \frac{M}{Q}.$$

Supposons, par exemple, que la surface de l'inondation soit de 40,000 mètres carrés et sa profondeur moyenne de 2 mètres : le volume total de l'eau sera $M = 80,000$ mètres cubes. Supposons de plus que la section du cours d'eau, ou la surface mouillée du profil de la rivière, soit de 4 mètres carrés, et que le flotteur ait parcouru 375 mètres en 5

minutes ou 300 secondes. L'espace parcouru en une seconde, ou la vitesse à la surface, sera de $\frac{375^m}{300}$ = 1^m^,25 et la vitesse moyenne sera de 0,80 × 1^m^,25 = 1^m^,00. On aura donc

$$Q = 4^{m.c} \times 1^m = 4 \text{ mètres cubes};$$

$$\text{et } t = \frac{M}{Q} = \frac{80,000}{4} = 20,000 \text{ secondes},$$

ou à peu près 6 heures.

En campagne, les déterminations qui entrent dans ce calcul sont nécessairement fort grossières et elles ne pourront pas conduire à un résultat exact. Mais on jugera au moins si l'inondation est possible. Dans l'exemple précédent on pourra admettre que l'inondation peut être tendue dans un espace de temps d'environ six à douze heures.

On donne ordinairement aux digues une épaisseur de 1^m^,30 au sommet, et l'on tient le talus d'amont à l'inclinaison de $\frac{1}{2}$ et celui d'aval à 45° (fig. 67); mais l'épaisseur au sommet doit être de 4 à 6 mètres quand la digue est exposée à des feux d'artillerie. Les digues doivent dépasser le niveau de l'eau d'environ 0^m^,30, et l'on pratique vers l'une de leurs extrémités un *déversoir* un peu plus large que le cours d'eau, afin que l'eau puisse s'écouler quand l'inondation a atteint la hauteur qu'on veut lui donner. Nous bornons là ces généralités sur les inondations et nous renvoyons aux ouvrages spéciaux pour tout ce qui concerne la construction des barrages, déversoirs, épis et éperons.

73. Nous ne nous occuperons pas non plus des *mi nes* dont l'usage est très borné en fortification passagère. On n'emploie guère, en campagne, que les *fougasses*. Une fougasse (fig. 68) est une boîte remplie de poudre, placée au fond d'un petit puits de 2 à 4 mètres de profondeur, à laquelle on met le feu au moyen d'un saucisson en poudre renfermé dans un auget en bois. On recouvre le tout de terre bien damée. Les fougasses sont employées comme défenses accessoires sur les saillants, dans les secteurs privés de feux.

DÉFILEMENT.

74. Jusqu'ici nous avons supposé implicitement que les ouvrages de campagne étaient établis sur un terrain horizontal, non entouré de hauteurs dans la limite de la portée des armes. Mais lorsqu'un ouvrage est dominé par des hauteurs environnantes, il faut en disposer les crêtes de manière à mettre ses défenseurs à l'abri des feux plongeants de l'ennemi. C'est là le but du *défilement*.

Les anciens ingénieurs attachaient peu d'importance au défilement, mais on a reconnu que c'est un excellent moyen d'augmenter la sûreté d'un retranchement et de prolonger beaucoup la durée de la défense. Cela est facile à comprendre, puisque le défilement a pour effet d'empêcher l'ennemi de détruire

donc obligé de se donner à la limite du terre-plein, une *ligne* entière, ordinairement horizontale, par laquelle on mène un plan tangent aux hauteurs. Cette ligne se nomme *charnière du plan de site* ou simplement *charnière*. Pour défiler un bastion, un redan, une lunette etc., on choisit ordinairement pour charnière la ligne de gorge de l'ouvrage. Il est pourtant à remarquer que le choix de la charnière n'est pas arbitraire. D'abord son prolongement ne doit pas ficher dans le terrain dangereux, parce qu'alors l'ouvrage serait enfilé ; elle doit de plus être *partout* à au moins 0m,50 ou 1m,00 au-dessus du terrain. Ces conditions suffisent en général pour assurer le défilement, mais une direction maladroite donnée à la charnière peut conduire à des reliefs beaucoup plus considérables que ceux que l'on aurait obtenus par une autre charnière.

Un exemple fera comprendre comment les reliefs varient avec la direction de la charnière :

Soit la lunette ABCDE (fig. 71), en avant de laquelle se trouve une ligne de hauteurs que nous représentons par la ligne HH', intersection du terrain et du plan vertical passant par les crêtes les plus élevées des hauteurs. Supposons que le point le plus élevé de ces hauteurs se trouve sur la verticale du point H, et que la pente soit uniforme à partir de ce point jusqu'au point H' où elle rencontre le sol. Si nous rabattons le plan vertical en question sur le sol, le triangle formé par la ligne HH', la verticale du point H et

la pente des hauteurs sera représentée par HhH'. Cela posé, la charnière que nous supposons horizontale, devra, de toute nécessité, passer par le point E de l'ouvrage, qui est le plus éloigné des hauteurs, et sa direction la plus *avantageuse* sera EH'. Avec une direction telle que EF, fichant dans les hauteurs, l'ouvrage ne pourrait être défilé, et une direction telle que EG conduirait à des reliefs plus considérables. Pour s'en convaincre il suffit de chercher quelle serait la hauteur à donner au point C de la crête dans les deux cas de plans de site menés par les charnières EH' et EG. A cet effet, par la ligne HC menons un plan vertical et rabattons-le sur le sol autour de cette même ligne : la verticale du point H deviendra Hh' (égal à Hh) et il est facile de voir que la ligne $h'l$ (supposée relevée dans le plan vertical Hl) est située dans le plan de site déterminé par la charnière EH' et l'extrémité de la verticale du point H. La crête de l'ouvrage, au point C, devra donc être égale à la hauteur Cc relevée de $1^m,50$ (voir n° 77). La charnière EG, au contraire, conduirait pour cette crête à la hauteur Cc' également relevée de $1^m,50$.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails à ce sujet. L'habitude seule peut apprendre à choisir judicieusement la direction que l'on doit donner à la charnière.

La charnière n'est pas nécessairement horizontale. Quand elle est inclinée, *sa direction* peut ficher dans le terrain dangereux, pourvu que le prolongement de

la ligne elle-même passe au-dessus de ce terrain. Dans l'exemple précédent on pourrait, par exemple, prendre pour charnière la ligne EF, en l'inclinant de manière que son prolongement passe par l'extrémité de la verticale du point F (représentée par le point f dans le rabattement HhH'). Cette charnière aurait conduit au meme plan de site, et par suite aux mêmes reliefs que la charnière horizontale EH'.

79. Voici maintenant comment on détermine, dans la pratique, les reliefs des divers points de la crête d'un ouvrage. Quand le tracé de cette crête est fait au moyen de perches plantées à ses différents sommets, on marque sur le sol la direction de la charnière. Puis on plante sur cette direction deux jalons à un mètre de distance et on marque sur ces jalons des points à $0^m,50$ ou $1^m,00$ au-dessus du sol; quand le terrain est accidenté, il faut choisir ces points de manière que la charnière prolongée passe partout à $0^m,50$ ou $1^m,00$ au-dessus du terre-plein. Ensuite on plante un troisième jalon à un mètre de distance de chacun des deux autres vers l'intérieur de l'ouvrage, de manière à former un triangle équilatéral. On réunit les deux points marqués sur les premiers jalons par une ficelle (ou par l'arête supérieure d'une latte) et l'on tend une autre ficelle entre l'un de ces deux points et le troisième jalon, sans la fixer. Un observateur, placé en arrière de la première ficelle, vise le long du plan formé par elle et la ficelle mobile et fait relever l'extrémité de cette dernière jusqu'à ce

que le plan soit tangent aux hauteurs ou les laisse toutes au-dessous de lui, au moins jusqu'à la limite de de 1,000 à 1,200 mètres. Alors on fait fixer la seconde ficelle ou on la remplace par le bord supérieur d'une latte que l'on cloue aux jalons. Le plan ainsi déterminé est le plan de site. En relevant de $1^m,50$ les trois points qui le déterminent, on aurait le plan de défilement; mais il est inutile de chercher ce plan, et il est beaucoup plus commode de ne se servir que du plan de site. Une simple visée, le long des deux ficelles, permet de marquer sur toutes les perches de l'ouvrage des points situés dans le plan de site. En relevant tous ces points de $1_m,50$, on les place dans le plan de défilement, ce qui détermine les reliefs qu'il faut donner aux différentes parties de l'ouvrage.

80. Quand le procédé précédent conduit à des reliefs trop considérables, on essaie de les diminuer en changeant la charnière ou en adoptant plusieurs charnières différentes (et par suite, plusieurs plans de défilement) pour les différentes parties de l'ouvrage. Si malgré cela, les reliefs devaient dépasser $4^m,00$, on défilerait l'ouvrage au moyen de *traverses*.

On emploie également des traverses pour défiler un ouvrage contre les feux de revers et d'enfilade. Si, par exemple, la redoute de la fig. 72 était dominée des deux côtés par des hauteurs situées en avant des saillants A et C, on défilerait d'abord séparément les parties BAD, BCD, des hauteurs situées en avant, comme nous l'avons dit ci-dessus; puis, pour mettre les faces

BA, AD à l'abri des coups de revers passant par dessus les crêtes BCD, et pour défiler ces dernières contre les feux passant par dessus BAD, on construirait une traverse en terre suivant la capitale BD. On détermine le relief à donner à cette traverse au moyen de *plans de revers* que l'on mène par les différentes faces de la redoute. Pour la face BC, par exemple, on prend la charnière à $0^m,50$ au-dessus de la banquette et l'on mène un plan tangent aux hauteurs situées en avant des faces AB, AD; ce plan relevé de $1^m,50$ détermine, pour la traverse, un relief tel que les défenseurs de la face CB se trouvent à l'abri des feux de revers. On fait la même opération pour chaque face et l'on donne à la traverse le plus grand des reliefs ainsi obtenus.

La traverse BD serait, du reste, indispensable quand même il n'y aurait de hauteurs que d'un côté; il suffirait alors de deux plans de revers pour déterminer sa hauteur.

Afin que la traverse ne partage pas la redoute en deux parties isolées l'une de l'autre, il faut y établir un passage souterrain ou y ménager un passage à ciel ouvert, couvert par une autre traverse (fig. 72).

Si la redoute se trouvait dans un entonnoir et était dominée de tous côtés par des hauteurs, on la défilerait au moyen de deux traverses en croix (fig. 73).

On se défile des feux d'enfilade et de ricochet au moyen de traverses placées sur la face à protéger,

ainsi que nous l'avons déjà dit au n° 58, à propos des feux à ricochet, ou bien au moyen d'une *bonnette* A (fig. 74). Une bonnette n'est autre chose qu'une partie de parapet, rehaussée dans le but de former traverse.

TRACÉ, PROFILEMENT ET EXÉCUTION D'UN OUVRAGE DE CAMPAGNE.

---

81. Lorsqu'on veut construire un ouvrage de campagne, on le trace d'abord sur le terrain, conformément aux dispositions d'un croquis fait à l'avance, puis on plante des perches aux saillants de la crête, et on y marque la hauteur à donner à l'ouvrage en ces différents points. Cette hauteur est connue d'avance si le terrain est horizontal jusqu'à la limite de la portée des armes (Voy. n° 11), et on la détermine d'après les procédés du défilement, si l'on a à craindre des hauteurs dominantes.

Ensuite on *profile* l'ouvrage. Pour cela on place vers les extrémités de chaque face, et perpendiculairement à la direction du parapet, des profils en lattes (fig. 75) dont les dimensions sont faciles à détermi-

ner, puisqu'on connaît la hauteur de la crête. Si les faces sont longues, on place un ou plusieurs profils intermédiaires entre les deux extrêmes (fig. 76). Ces profils intermédiaires, placés à environ 15 mètres les uns des autres, s'obtiennent en dégauchissant leurs diverses lignes par des visées sur les lignes correspondantes des profils extrêmes. On place par le même procédé, à tous les angles, des profils communs à deux faces.

Quand deux arêtes correspondantes ne se rencontrent pas dans un angle (ce qui peut arriver quand les crêtes ne sont pas dans un même plan de défilement), on fait un raccordement en joignant un point de l'une des lignes à un point voisin de l'autre (fig. 77). Ces raccordements peuvent être profilés en lattes ou au moyen de ficelles.

82. Quand l'ouvrage est complétement profilé, on y établit des *ateliers* de travailleurs. Pour cela, on divise la plus longue des deux lignes, crête intérieure ou contrescarpe, de 4 en 4 mètres, et on partage l'autre ligne en autant de parties égales qu'il y en a dans la première. En joignant les points de division, on obtient les différents ateliers, puis on y place les travailleurs. La proportion entre les *piocheurs* et les *pelleteurs* varie selon la nature de la terre. Pour la terre moyenne il faut deux pelleteurs pour un piocheur; pour les terres plus fortes, il faut un ou deux piocheurs par pelleteur.

On commence à piocher en partant de l'escarpe, et l'on se dirige vers la contrescarpe, en ne s'enfonçant d'abord que d'un coup de pioche. Le déblai ainsi marqué on s'enfonce par couches de 1 mètre de profondeur, en réservant des gradins du côté de l'escarpe et de la contrescarpe, afin de ne pas entamer les talus; ces gradins se recoupent en dernier lieu.

Le remblai doit être fait par couches de 0m,20 à 0m,25 d'épaisseur. Des *dameurs* foulent chaque couche au moyen de *dames*. On dépasse un peu les profils afin que l'on puisse recouper les talus au *louchet* (pelle plate).

83. Quand on a à craindre une attaque pendant l'exécution d'un ouvrage, on n'élève pas le parapet par couches horizontales. On lui donne d'abord 1 mètre d'épaisseur sur toute sa hauteur, puis on l'épaissit; mais un parapet ainsi construit est moins solide que s'il avait été monté par couches horizontales.

Dans les cas pressés on peut se dispenser de profiler tout l'ouvrage. On se contente de le piqueter, t de tendre des cordeaux sur le sol pour marquer les limites du déblai et du remblai.

84. Les talus qui sont plus raides que le talus naturel de la terre doivent être revêtus. Le talus intérieur est toujours dans ce cas.

Il y a plusieurs espèces de revêtements.

Le revêtement le plus généralement employé pour le talus intérieur est le *revêtement en gazons* (fig. 78).

Les gazons ont 0m,25 de largeur, 0m,30 de queue et 0m,10 d'épaisseur; on les place à mesure que le talus monte, l'herbe en dessous, excepté le dernier rang pour lequel on met l'herbe en dessus. On les range alternativement par *boutisse* et *panneresse*, c'est à-dire dans le sens de leur longueur et dans celui de leur largeur, et l'on a soin dans chaque assise de recouper les joints de l'assise précédente. Les revêtements en gazons posés de plat, l'herbe en dehors, sur un talus achevé, ne tiennent pas aussi bien que ceux faits par la méthode ordinaire.

On fait aussi des *revêtements en chiendent*. On pose le chiendent, la racine dans le massif et l'herbe en dehors, par lits horizontaux alternant avec des assises de terre damée. On arrose à mesure, et on recoupe le talus au louchet.

85. Les *fascines* à revêtir sont des fagots de menus bois, de 3 à 4 mètres de longueur et de 0m,22 à 0m,24 de diamètre; elles sont reliées par six harts espacées de 0m,50 en 0m,50, les dernières étant placées à 0m,25 des extrémités.

Pour faire un *revêtement en fascines* (fig. 79), on couche le premier rang dans une rigole de 0m,12 à 0m,15 creusée au pied du talus. On enfonce ensuite entre les harts de chaque fascine trois piquets d'environ 0m,80 de longueur, deux verticalement et le troisième perpendiculairement au talus. Puis on pose le deuxième rang, en ayant soin de suivre l'inclinai-

son du talus, de recroiser les joints, et de tourner les nœuds des harts (qui doivent se trouver sur une même arête de la fascine) du côté des terres. A partir du troisième rang, on retient chaque fascine au moyen de deux *harts de retraite* fixées à des piquets que l'on enfonce dans le parapet au-delà de la partie du remblai qui tomberait si la terre s'éboulait suivant le talus naturel (c'est-à-dire pour les terres ordinaires, en arrière de la ligne à 45° menée par le pied du talus à revêtir). Quand le remblai à revêtir existe déjà, on ne peut placer ces piquets dans l'intérieur du massif; alors on retient les fascines en appuyant contre elles un fort piquet planté en dehors du revêtement et retenu par deux harts à un piquet de retraite enfoncé dans le massif.

Aux angles on doit avoir soin de faire croiser alternativement les fascines de chaque face avec celles de la face adjacente.

Pour revêtir les batteries, on emploie des fascines de plus fortes dimensions que l'on nomme *saucissons*.

86. On peut faire des *revêtements en clayonnage*, soit en employant des *claies* faites d'avance, soit en clayonnant sur place.

Les claies ont ordinairement 2m,00 de longueur. Quand on les pose en même temps que l'on exécute le parapet, on les maintient à leurs deux extrémités et au milieu par deux harts de retraite, l'une à moitié

de la hauteur, l'autre au sommet du revêtement (fig. 80).

Si, au contraire, le revêtement se fait après la construction du parapet, on maintient les claies au moyen de piquets à tête crochue que l'on enfonce de mètre en mètre perpendiculairement à la surface du talus.

Pour clayonner sur place à mesure que l'on exécute le parapet, on plante des piquets suivant l'inclinaison du talus, à $0_m,40$ les uns des autres, puis on clayonne avec des clayons de bois dur, et l'on borde la partie supérieure avec des harts placées de $0_m,50$ en $0_m,50$, pour empêcher le clayonnage de se défaire. Les piquets sont arrêtés par deux rangées de harts de retraite comme dans la figure 80.

87. Les *revêtements en gabions* ne sont guère employés que dans les travaux de siége. On s'en sert pourtant quelquefois pour les traverses des ouvrages de campagne. Un gabion est un panier cylindrique sans fond de $0^m,80$ de hauteur et de $0^m,66$ de diamètre extérieur (fig. 81). On pose les gabions, puis on les remplit de terre et on les relie entre eux par une double ligne de *fascines de couronnement* que l'on piquette sur les gabions. Le deuxième rang de gabions vient se placer sur ces fascines, de $0^m,15$ à $0_m,20$ en retraite sur le premier, et on le couronne de même; et ainsi de suite si deux rangs ne suffisent pas.

88. Les *revêtements en sacs à terre* ne sont employés que dans les travaux de siége. On empile de

petits sacs remplis de terre, à peu près comme on placerait des gazons.

89. On fait quelquefois usage de *revêtements en madriers* retenus par des piquets, mais de pareils revêtements ne peuvent pas être employés pour le talus intérieur, parce que les éclats de bois enlevés par les boulets blesseraient les défenseurs.

On revêt quelquefois l'escarpe et la contrescarpe d'un ouvrage, dans le but d'augmenter la difficulté de l'assaut. Les meilleurs revêtements pour ces talus sont ceux en charpente, faits au moyen de fermes établies de distance en distance et reliées par des madriers ; mais on exécute rarement ce genre de revêtement qui exige des ouvriers d'art et beaucoup de bois et de temps.

ATTAQUE ET DÉFENSE DES OUVRAGES DE CAMPAGNE.

---

90. L'attaque d'un ouvrage doit toujours être précédée d'une *reconnaissance*, car il est indispensable de connaître, au moins approximativement, la force du retranchement, ainsi que la quantité et la nature des troupes qui le défendent, et de savoir si l'ouvrage renferme un réduit de sûreté, s'il est précédé de défenses accessoires, etc. Quelquefois on peut examiner les abords et l'intérieur d'un retranchement du haut d'un bâtiment ou d'une colline, au moyen d'une lunette d'approche; la nuit on peut s'avancer jusque près de la contrescarpe; enfin on peut profiter de renseignements donnés par des espions, des prisonniers, ou même des paysans, en accueillant toutefois leurs dires avec circonspection.

91. Cela posé, il y a différentes manières de s'emparer d'un ouvrage de campagne.

L'attaque par *surprise* ne peut être soumise à aucune règle. Pour tenter une pareille attaque il faut être très-bien renseigné sur la force de l'ouvrage et sur le nombre de troupes qu'il renferme. Le succès dépend surtout du silence et du bon ordre des assaillants. On choisit ordinairement la pointe du jour pour surprendre un ouvrage.

92. L'attaque *de vive force* ou *à la baïonnette* est expéditive, mais chanceuse, et on ne doit la tenter, en général, que pour des ouvrages d'un faible profil ou mal défendus, à moins qu'on ait un intérêt majeur à éviter toute perte de temps.

93. *L'attaque* régulière *par l'artillerie et la fusillade* est la plus sûre. On profite de la nuit pour établir le plus près possible de l'ouvrage des *batteries* (épaulements protégeant des pièces d'artillerie), situées dans les endroits les plus convenables pour détruire les défenses accessoires par des boulets ou des obus, pour enfiler et ricocher les faces de l'ouvrage, démonter les pièces d'artillerie et ruiner les parapets. Pour avoir tout leur effet, ces batteries ne doivent pas être à plus de 600 mètres du retranchement que l'on veut attaquer, et il est souvent possible de les établir beaucoup plus près. Les assaillants, qui doivent en général être trois fois aussi nombreux que les défenseurs, s'organisent en autant de colonnes que l'on veut attaquer de points, ordinairement

trois, et forment en outre une réserve composée d'infanterie, de cavalerie et de quelques pièces d'artillerie, et destinée à s'opposer aux troupes qui pourraient chercher à secourir l'ouvrage.

On commence par faire agir l'artillerie; après quelque temps de ce feu, on peut rapprocher quelques canons à 300 mètres de l'ouvrage, pour pouvoir tirer à mitraille, et envoyer quelques tirailleurs jusqu'à portée de fusil, avec la mission de diriger principalement leurs feux contre les servants d'artillerie que l'on aperçoit par dessus les crêtes des barbettes ou à travers les ouvertures des embrasures. Ensuite on fait avancer les colonnes d'attaque composées de bonnes troupes d'infanterie, généralement de grenadiers. Ces colonnes d'attaque, ou au moins la principale, doivent être précédées d'un détachement de sapeurs du génie, emportant avec eux de quoi détruire les défenses accessoires. Les colonnes doivent s'avancer sur les capitales des saillants, afin de se trouver dans les secteurs dégarnis de feux; elles doivent marcher vite, mais en bon ordre et sans tirer. Pour se frayer un passage à travers des abatis non entamés par le canon, il faut couper les amarres, attacher des cordes aux arbres et les tirer à forces réunies; les trous de loup se recouvrent de planches, ou bien on les comble en partie avec la terre des petits remblais qui les séparent; on coupe les petits piquets, ou bien on les recouvre de terre ou de fascines; on cherche à

éviter les fougasses ou à couper le saucisson qui sert à y mettre le feu.

Arrivés dans les fossés, les troupes se jettent dans les angles morts, s'il y en a, détruisent les palissades, cherchent à surprendre les entrées ou à tourner l'ouvrage par la gorge. On coupe les palissades, ou on y fait une brèche au moyen d'un sac de poudre que l'on pose à leur pied, en le recouvrant de quelques mottes de terre. On peut de même faire sauter les fraises; on les détruit aussi en creusant dessous et les arrachant avec des cordes. Lorsque le fossé est très-profond, on est obligé d'y tailler des rampes. On gravit l'escarpe en y établissant des gradins, ou au moyen d'échelles, ou même en fichant des baïonnettes dans le talus, les fusils servant de gradins. Quand il y a de l'eau dans le fossé, on le traverse sur une digue en fascines; mais si le fossé est flanqué, il faut préalablement détruire les pièces établies sur les flancs qui ont vue sur la digue.

L'*assaut* doit se donner sur la plus grande largeur possible pour que les forces de l'ennemi soient divisées. Ce n'est que quand la colonne d'assaut est arrivée sur le parapet que les assaillants doivent commencer la fusillade. Lorsque l'ennemi se retire, on doit le poursuivre avec vigueur, et chercher à pénétrer avec lui dans le réduit ou les ouvrages dans lesquels il chercherait refuge; le désordre est, dans ce cas, toujours à l'avantage de l'assaillant.

Quand les défenseurs sont parvenus à s'enfermer

dans un réduit de sûreté, l'attaque de ce réduit peut encore occasionner de grandes pertes. Si le réduit est par exemple un blockhaus, on l'entoure de tirailleurs cherchant à tirer dans les créneaux ; on tâche d'emboucher les créneaux au moyen de poutres, d'appliquer des échelles pour faire un trou dans le ciel et jeter par là des obus dans l'intérieur du blockhaus; ou bien on cherche à enfoncer ou à faire sauter la porte ou toute autre partie de la paroi. Quelques hommes peuvent aussi chercher à atteindre le fossé du blockhaus dans un saillant, en se couvrant de sacs de laine dont ils se servent ensuite pour boucher les créneaux, puis amasser au pied de la paroi des matières inflammables et y mettre le feu. Quand on est parvenu à mettre le feu à un blockhaus, les défenseurs sont obligés de se rendre.

On peut s'emparer d'un blockhaus avec moins de pertes, en coupant ou faisant sauter une partie du parapet pour former une trouée à travers laquelle on démolit le blockhaus à coups de canon.

Lorsqu'une attaque est repoussée, la retraite doit être protégée par les troupes de réserve et, sur les ailes, par de la cavalerie et de l'artillerie.

94. Les défenseurs d'un ouvrage doivent toujours être sur leurs gardes afin d'éviter les surprises. Il est bon quelquefois que le chef de la garnison s'assure par une fausse alerte de la stricte exécution de ses ordres en ce qui concerne la vigilance. Pour bien défendre un ouvrage de campagne il faut, outre un double

rang de fusiliers sur toutes les banquettes, des pièces d'artillerie et une réserve. Lorsque l'on craint une attaque la réserve reste sur le terre-plein, mais les autres troupes se tiennent sur les banquettes; on doit de suite enlever les ponts qui traversent les fossés et bien barrer les entrées. Lorsque les assaillants ont ouvert le feu de leur artillerie on cherche à réduire leurs pièces au silence, mais si l'on n'a qu'une artillerie inférieure il ne faut pas trop prolonger ce combat; il vaut mieux retirer les pièces et les conserver pour tirer à mitraille sur les colonnes d'attaque. Ce tir doit commencer lorsque les colonnes ne sont plus qu'à environ 500 mètres de l'ouvrage; il est bon, lorsqu'on le peut, de marquer à l'avance cette distance sur le terrain au moyen de repaires naturels tels que des arbres faciles à reconnaître, ou au moyen de piquets entourés de paille. Le tir à balles sur les colonnes d'attaque, doit alors être aussi vif que possible. La fusillade ne doit commencer qu'à la bonne portée d'environ 140 mètres; elle est principalement dirigée contre les travailleurs qui cherchent à détruire les défenses accessoires.

Lorsque ces défenses sont franchies et que les assaillants descendent dans le fossé, une partie des défenseurs montent sur la plongée pour tirer dans le fossé; les autres se préparent au combat à l'arme blanche; ceux qui voient le fossé de flanc continuent à tirer, et les artilleurs font rouler sur les talus des grenades à main et des obus. Quand l'ennemi gravit le talus extérieur, les défenseurs l'attendent sur la plongée et cher-

chent à le culbuter dans le fossé à coups de baïonnette. Si pourtant les assaillants parviennent dans l'intérieur du retranchement, la réserve, marchant contre eux en bon ordre et avec vigueur, peut encore espérer les repousser. Enfin si les défenseurs sont obligés de se réfugier dans un réduit de sûreté que nous supposerons être un blockhaus, ils doivent avoir soin d'enlever le pont qui conduit dans ce réduit, de bien barrer la porte, de ne tirer à travers les créneaux qu'en visant bien et de diriger principalement leur feu sur ceux des assaillants qui cherchent à approcher des parois pour les faire sauter ou y mettre le feu.

Lorsque les défenseurs sont parvenus à repousser les assaillants, ils doivent entretenir un feu vif d'artillerie et de mousqueterie. Quand les colonnes d'attaque en retraite sont ébranlées par les feux et commencent à se rompre, la garnison peut quelquefois tenter avec succès une sortie pour poursuivre l'ennemi, surtout si elle peut disposer de quelque cavalerie pour prendre l'ennemi en flanc, ou si la déroute des assaillants est due à un secours extérieur.

MANIÈRE DE PROFITER DES CIRCONSTANCES DU TERRAIN.

---

95. Une des parties les plus difficiles et les plus importantes de l'art de la guerre consiste à choisir les positions et à disposer les retranchements de manière à tirer le meilleur parti possible des inégalités du sol. Nous n'entrerons pas dans le détail du choix des positions d'un corps d'armée, et nous dirons seulement, en général, que toute position doit avoir ses ailes appuyées assez solidement pour que l'ennemi ne puisse la tourner facilement et soit obligé de l'attaquer de front; que les communications en arrière de la position doivent être commodes et sûres pour livrer passage aux défenseurs en cas de retraite; qu'il faut se ménager les moyens de reprendre l'offensive, et qu'excepté le cas où une troupe trop faible et incapable de résister aurait à attendre des secours, il est maladroit

et dangereux de s'établir dans une position inattaquable, parce qu'elle ne permet ni l'offensive, ni la retraite; enfin, qu'il est avantageux de se placer au sommet d'une pente douce vers l'ennemi dont on observe ainsi facilement les mouvements, et dont les feux sont très-gênés.

Les positions se protégent au moyen de retranchements continus ou discontinus (voyez nos 35-44). Dans l'exécution de ces retranchements, on ne doit pas donner de suite au profil toute sa force, afin d'être le plus promptement possible en état de résister à l'ennemi; il faut exécuter d'abord ce qui est indispensable, sauf à renforcer successivement les premiers travaux si l'on a du temps de reste.

96. Nous allons donner quelques indications succinctes sur la manière d'utiliser les principaux accidents naturels que l'on peut rencontrer, tels que les hauteurs, les défilés, les forêts et les rivières, ainsi que sur le parti que l'on peut tirer des murs ou haies, des bâtiments et des villages.

Les pentes raides vers l'ennemi ont l'inconvénient de ne pouvoir être que mal battues par les feux directs de mousqueterie et pas du tout par ceux d'artillerie; mais d'un autre côté la raideur de la pente est un obstacle qui est difficile à franchir et dont il est avantageux de profiter surtout si l'on peut établir des feux de flanc sur des parties saillantes du plateau ou sur des pentes latérales. Les hauteurs qu'on ne peut gravir que très-difficilement n'ont pas besoin d'être retranchées

et il suffit de couper tous les chemins et sentiers qui y conduisent. Il est bon de placer quelques défenses accessoires devant chaque coupure et d'établir en arrière un parapet ou une ligne de palanques permettant de battre le chemin.

Quand on veut se retrancher au sommet d'une pente trop raide pour pouvoir être battue par des feux directs, il ne faut pas placer les ouvrages au sommet même de la pente, mais à une portée de fusil du bord du plateau, en laissant seulement des tirailleurs en avant. Quand ceux-ci sont repoussés ils doivent s'écarter à droite et à gauche pour laisser agir les feux de l'ouvrage au moment où l'ennemi débouche sur le plateau. Ces feux seront très-redoutables puisque, l'ouvrage étant dérobé par sa position aux feux directs de l'artillerie ennemie, ses parapets seront complètement intacts.

97. On retranche les défilés soit pour assurer la retraite d'une armée, soit pour empêcher le passage de l'ennemi.

Dans le premier cas, les ouvrages doivent être placés en avant du défilé et en bien battre les abords ; on peut aussi profiter des élargissements du défilé pour y placer d'autres retranchements, et l'armée en se retirant doit tâcher de barrer le passage derrière elle au moyen de défenses accessoires.

Dans le second cas on peut également chercher à défendre le défilé lui-même, mais on doit surtout s'efforcer d'arrêter l'ennemi à sa sortie, en barrant le chemin par une coupure et des abatis, et en établis-

sant, à quelque distance en avant, des ouvrages qui battent le défilé dans le sens de sa longueur.

98. On retranche une forêt au moyen d'abatis placés sur 30 à 40 mètres de largeur, suivant une ligne à angles rentrants et saillants, en flanquant ces derniers au moyen de lunettes ou de redans établis à 300 ou 350 mètres les uns des autres en avant des rentrants. On peut retrancher ainsi la lisière antérieure d'un bois lorsqu'on veut seulement observer les mouvements de l'ennemi et garantir un corps de troupes contre une surprise. Mais lorsqu'on a l'intention de défendre vigoureusement la position, il faut établir les abatis sur la lisière postérieure du bois. Les mouvements de l'ennemi à travers la forêt étant fort difficiles, surtout si l'on a barré les chemins qui pourraient exister, l'attaque d'une pareille position est difficile, et en cas de besoin rien n'entrave la retraite, ce qui n'aurait pas lieu si l'on s'établissait en avant du bois. Afin que l'action des ouvrages du retranchement ne soit pas gênée, on abat le bois jusqu'à 200 ou 250 mètres en avant de la ligne d'abatis. On coupe à cet effet les arbres à environ $0^{m},80$ du sol, en laissant tous ceux dont on n'a pas besoin pour le retranchement un peu attachés à leurs souches, pour augmenter la difficulté de leur enlèvement ou de leur franchissement.

99. Il est fort difficile de garder un cours d'eau de manière à empêcher l'ennemi de le traverser. Il faut chercher au moins à le priver de tout ce qui pourrait fa-

ciliter son entreprise, détruire les ponts existants rendre les gués impraticables et enlever tous les bateaux qui pourraient lui servir. Si l'on a des raisons particulières pour conserver un pont ou un gué, on établit, en arrière de ce passage, des batteries qui en enfilent la direction et l'on embusque des tirailleurs derrière quelques petits remblais élevés le long de la rive. Il est bon aussi de creuser, devant l'entrée du pont, un fossé large et profond que l'on remplit d'eau en le mettant en communication avec la rivière. Quand il y a des îles dans le cours d'eau, il faut les occuper par des ouvrages qui enfilent sa direction, et dont les feux rasants tiennent l'ennemi à distance. Si l'on sait d'avance où l'ennemi se propose d'effectuer son passage, ce qui aura généralement lieu en un endroit où la rive sera convexe vers lui, on établira sur l'autre rive des ouvrages enfilant la direction probable que l'ennemi devra donner à son pont, ou bien on isolera complétement la concavité de la rivière par un retranchement convexe *acb* (fig. 90), tracé de manière qu'il ne puisse être enfilé par des batteries établies sur la rive ennemie, comme cela aurait lieu, par exemple, par le tracé *a'b'c'*.

Quant aux têtes de pont qu'il faut construire pour une armée défensive qui craint d'être obligée d'abandonner l'une des rives d'un cours d'eau, ou pour une armée offensive qui vient d'effectuer un passage de rivière, nous renvoyons à ce que nous en avons dit au n° 46

100. On peut souvent tirer un parti avantageux des murs de clôture que l'on rencontre dans la campagne. Quand un pareil mur n'a pas plus de $1^m,30$ de hauteur, on peut l'utiliser comme parapet. Il est bon de creuser en arrière une petite excavation, comme l'indique la figure 82, afin que les défenseurs non occupés à tirer, puissent se couvrir complétement. Quand on en a le temps on peut protéger le mur vers l'extérieur, au moyen d'un talus en terre précédé d'un petit fossé triangulaire (fig. 82); cette disposition a moins pour but de renforcer le mur qui, même ainsi couvert, ne pourrait guère résister à l'artillerie, que d'empêcher qu'on en puisse aborder le pied pour tirer par dessus ou pour l'escalader. Quand le mur est plus élevé que $1^m,30$, on est obligé de construire une banquette ou un échafaudage pour pouvoir tirer par dessus, ou bien d'en démolir la partie supérieure dont les décombres un peu réglées servent de banquette (fig. 83). Dans ce cas il est moins nécessaire de protéger le pied du mur par le talus et le fossé indiqué en traits ponctués sur la figure 83. Quand le mur est très-élevé on peut organiser une défense à deux étages, en perçant des créneaux à la partie inférieure et établissant un échafaudage à $1^m,25$ ou $1^m,30$ en contrebas du sommet du mur (fig. 84); il est bon d'empêcher l'ennemi de se servir des créneaux, au moyen du petit remblai et du fossé indiqué sur la figure.

Lorsque l'on veut employer de l'artillerie derrière

un mur, il serait trop long et trop difficile de chercher à élever les pièces : il est plus commode de percer le mur de quelques embrasures ou d'y faire quelques brèches, depuis la partie supérieure jusqu'à la hauteur de genouillère au-dessus du sol.

S'il importe de donner du flanquement à un mur, on le perce d'une ouverture devant laquelle on établit un tambour. Si le mur est très-long, on établit le tambour au milieu de sa longueur (fig. 85); quand il forme un angle saillant et que les deux faces ne sont pas trop longues, on les flanque l'une et l'autre au moyen d'un tambour construit devant l'angle (fig. 86). Ces tambours doivent être construits en palanques et précédés d'un fossé et d'un remblai qui les couvrent jusqu'à la hauteur des créneaux. On peut encore placer à l'intérieur, des coupures défensives comme on l'a indiqué dans les figures 85 et 86. Si l'espace entouré de murs que l'on veut défendre présente des brèches et des portes, il faut les barricader soigneusement. Quand la porte s'ouvre vers l'intérieur, il est facile de l'arc-bouter solidement, mais quand elle s'ouvre vers l'extérieur il faut établir des barricades comme pour une brèche, ou bien enlever la porte de ses gonds pour l'appuyer à l'intérieur et l'arc-bouter avec des bois. Il est bon aussi de creuser un fossé devant la porte, en ayant soin d'éparpiller la terre, dont on ne trouverait pas l'emploi utile, afin que l'ennemi ne la trouve pas sous sa main pour recombler le fossé. Quand on veut se ménager une issue par une porte

ou une brèche, il faut la couvrir au moyen d'un tambour solidement construit.

Les haies épaisses peuvent être organisées de la même manière que les murs. Si elles ne couvrent pas contre les feux de l'ennemi, elles empêchent au moins d'être vu. On peut aussi les renforcer au moyen d'un remblai en terre.

101. Pour organiser une maison de manière à ce qu'on puisse s'y défendre avec succès, il faut en boucher toutes les ouvertures, en ne ménageant dans les fenêtres que de simples créneaux ; on perce aussi des créneaux dans les portes et, au besoin, dans les murs, tous ces créneaux étant placés à une hauteur suffisante pour qu'on ne puisse s'en servir du dehors (fig. 87). On établit des machicoulis au-dessus de chaque porte, en construisant un balcon, soit comme l'indique la figure 88, soit au moyen de poutres que l'on passe par la fenêtre du premier étage et d'un garde-fou en planches, doublé de matelas ou de sacs à terre. A l'intérieur, on dispose les différentes pièces de manière à pouvoir se retirer successivement de l'une dans l'autre, d'abord au rez-de-chaussée, puis au premier étage. On perce des créneaux dans les murs de refend; on organise des machicoulis au-dessus des portes intérieures du rez-de-chaussée, en perçant le plancher du premier étage, et l'on prépare des moyens de fermeture rapides pour chaque porte; on détruit l'escalier et l'on prépare des échelles, que les défenseurs retirent après eux quand ils sont obligés d'abandonner le rez-de-chaussée.

Quand on en a le temps, il est très-utile de creuser un fossé tout autour du bâtiment, et de protéger le pied des murs par un remblai, afin d'empêcher que l'ennemi ne puisse faire brèche au moyen de sacs de poudre; en tous cas, il faut creuser un fossé devant les portes; il est aussi fort avantageux de flanquer les quatre faces de la maison au moyen de tambours établis devant deux angles opposés.

Lorsqu'on a à craindre une attaque par l'artillerie, on étançonne les solives principales, afin qu'une brèche n'entraîne pas la chûte de toute la façade. Enfin, si le temps le permet, on enlève la couverture et l'on charge le plancher supérieur, suffisamment étançonné, d'une couche de terre ou de fumier (fig. 87), afin d'éviter les chances d'incendie, et l'on se munit à l'avance de baquets ou de tonneaux remplis d'eau.

102. Un village dont les maisons sont éparses, ou bien construites en bois et couvertes de chaume ou de bardeaux, ne se prête pas à être occupé et défendu. Mais les villages ou petites villes dont les maisons en pierre forment des rues et qui présentent une espèce d'enceinte formée de maisons, de murs de clôture et de haies épaisses, peuvent être facilement organisés pour une bonne défense. On détruit les couverts qui se trouvent devant le village jusqu'à la distance de la portée des armes dont on dispose; on complète l'enceinte par des palissades, des parapets en terre ou des abatis; on dispose les murs de clôture pour la fusillade; on place, devant les issues, des ou

vrages flanquant l'enceinte et protégeant les rues contre les feux d'enfilade; enfin, on organise un bâtiment central en réduit, on barricade les rues inutiles pour la retraite ou par lesquelles on pourrait tourner le réduit, au moyen de coupures et de coffrages remplis de terre ou de pierres (fig. 89), de voitures sans roues ou renversées et remplies également de terre, de pierres ou de fumier, de palissades ou palanques, etc., et l'on occupe quelques maisons qui se trouvent sur le chemin que doivent suivre les défenseurs des ouvrages dans leur retraite vers le réduit.


STANFORD LIBRARIES

SIÉGE

DE

BOMARSUND

EN 1854.

JOURNAL DES OPÉRATIONS DE L'ARTILLERIE
ET DU GÉNIE.

Publié avec l'autorisation du Ministre de la Guerre.

Le corps expéditionnaire qui a été formé à Calais, au commencement du mois de juillet 1854, pour opérer dans la Baltique sous les ordres du général de division Baraguey-d'Hilliers, se composait de deux brigades.

La première, commandée par le général d'Hugues, était formée du 12e bataillon de chasseurs à pied, du 2e régiment d'infanterie légère et du 3e régiment d'infanterie de ligne.

La deuxième, commandée par le général Grésy, était formée des 48e et 51e régiments d'infanterie de ligne.

Le lieutenant-colonel de Rochebouët, commandant l'artillerie, avait à sa disposition une batterie à pied de 200 hommes, une demi-batterie de parc

avec 46 chevaux, 4 canons obusiers de 12 approvisionnés à 400 coups, 6 canons de 16 approvisionnés à 1,000 coups, 2 mortiers de $0^m,22$, 2 mortiers de $0^m,27$ avec 1,500 bombes de chaque calibre, et 45,000 sacs à terre.

Le général de division Niel, en mission spéciale dans le corps expéditionnaire, commandait le génie. Une compagnie de sapeurs forte de 150 hommes, un détachement de sapeurs-conducteurs avec 16 chevaux de trait et quatre prolonges, 2,000 outils de terrassiers et 50,000 sacs à terre donnaient au service du génie des ressources analogues à celles de l'artillerie. Avec de si faibles moyens, on ne pouvait entreprendre que le siége d'une petite place. (*Voir* à la fin du *Journal* la composition du personnel du corps expéditionnaire.)

Les troupes d'infanterie du corps expéditionnaire, réunies à Calais, s'embarquèrent sur des vaisseaux anglais. Les troupes de l'artillerie, celles du génie, le matériel de ces deux armes, le personnel et le matériel de l'administration furent embarqués sur des bâtiments français. Le yacht impérial *la Reine-Hortense* fut mis à la disposition du général Baraguey-d'Hilliers et de son état-major.

Le 20 juillet, les derniers bâtiments et *la Reine-Hortense* quittèrent Calais. Le mouillage de Farö-Sund, dans l'île de Gothland qui appartient à la Suède, était indiqué comme point de ralliement à tous les vaisseaux. *La Reine-Hortense* l'atteignit

le 27 juillet, après avoir touché à Elseneur (Helsingör), sur la côte danoise. Quoiqu'elle eut remorqué deux bâtiments de commerce, elle avait devancé presque toute la flotte portant le corps expéditionnaire.

Le général en chef ayant une mission pour Stockholm, *la Reine-Hortense* se dirigea vers cette capitale, où elle arriva le 29, à midi. Elle en repartit le 31 juillet au matin, et dans l'après-midi du même jour elle gagna le mouillage de Ledsund, au sud des îles d'Aland, où se trouvaient les deux amiraux Parseval-Deschênes et Napier avec la majeure partie de leurs flottes, et où dut se réunir tout le corps expéditionnaire.

Le 1er août, les deux amiraux, le général en chef, le général Niel, le lieutenant-colonel de Rochebouët et le général Harry Jones, commandant le génie sur la flotte anglaise, firent une reconnaissance par mer de la position de Bomarsund sur *le Lightning*, petit bateau à vapeur anglais. Les boulets russes tinrent le navire à distance; mais on put néanmoins se former une idée de l'ensemble de la forteresse de Bomarsund dont nous allons donner une description détaillée (*Voir* les dessins ci-annexés).

Les îles d'Aland, situées au 60e degré de latitude septentrionale, sont, comme la Suède et la Finlande, de formation granitique; des sapins, des pins et des bouleaux croissent sur les flancs des montagnes dont le sommet est généralement sans végéta-

tion. Ce n'est que dans les vallées qu'on trouve des pâturages, quelques champs de seigle et de pauvres hameaux. Les habitations, en assez grand nombre, qui entouraient Bomarsund ont été brûlées par les Russes, bien au-delà du rayon où la défense commandait ce sacrifice.

L'archipel d'Aland, qui sépare le golfe de Bothnie de la mer Baltique, se trouve réuni à celui d'Abo par une suite d'îlots et de rescifs qui rendent la navigation de ces parages fort dangereuse pour les grands bâtiments; mais les canonnières russes y circulent facilement, et l'on sait que des forces considérables sont réunies à Abo.

Au sud de Bomarsund se trouve la rade de Lumpar; elle est bien abritée, d'une bonne tenue et assez vaste pour contenir une flotte nombreuse, mais on n'y arrive que par des passes longues et étroites en circulant entre les îles de l'archipel d'Aland.

L'ouvrage principal de la forteresse de Bomarsund commande le détroit qui sépare la grande île d'Aland de celle de Prestö. C'est un immense bâtiment, situé au niveau de la mer, à deux étages de casemates et qui, en plan, présente à peu près la forme d'une demi-ellipse dont le grand axe a 290 mètres et le petit axe 100 mètres de longueur. Les casemates de la partie curviligne tournée vers la mer, au nombre de 62 à chaque étage, ont $16^{m},30$ de profondeur sur $6^{m},6$ de largeur moyenne. Celles de l'étage supérieur sont voûtées à l'épreuve de la

bombe et recouvertes d'une couche de terre d'environ un mètre d'épaisseur. Au-dessus règne une toiture en tôle, traversée par des cheminées et percée de petites lucarnes. Dans la partie centrale de l'hémicycle, comprise entre les escaliers nos 2 et 6, les casemates communiquent entre elles au moyen d'une ouverture de 5m,00 de largeur, pratiquée dans le milieu de chaque pied-droit; dans les extrémités, au contraire, les casemates s'ouvrent sur un corridor de 2m,40 de largeur longeant le mur de façade intérieur. L'épaisseur de ce mur est de 1m,05, mais celle du mur de façade extérieur est de 1m,95. A partir des deux extrémités de l'hémicycle, les neuf premières casemates du rez-de-chaussée, servant de magasins, ont chacune deux créneaux percés dans le mur extérieur; à l'étage, elles ont deux fenêtres et servent de logements. Toutes les autres voûtes ont leur mur de façade extérieur percé d'une embrasure. Du côté de la cour, il y a deux croisées dans chaque casemate. Enfin les pignons des extrémités de l'hémicycle ont trois embrasures à chaque étage. On monte directement de la cour au premier étage au moyen de cinq rampes extérieures, vis-à-vis desquelles se trouvent, à l'intérieur, des escaliers faisant communiquer entre elles les casemates des deux étages; il y a, en outre, deux autres escaliers intérieurs desservant les casemates des deux extrémités de l'hémicyle.

Du côté de la terre, la gorge, qui suit à peu près

le grand axe de l'ellipse, est flanquée par un bâtiment en fer à cheval, établi au milieu de cette gorge et construit sur le même modèle que les parties extrêmes du grand hémicyle. Un escalier central extérieur et deux escaliers intérieurs établissent la communication entre le rez-de-chaussée et l'étage. Au rez-de-chaussée les deux casemates qui, de chaque côté, flanquent la gorge, sont percées d'une embrasure; les autres, servant de magasins, sont seulement crénelées. A l'étage six ou sept casemates ont des embrasures; les deux du milieu renferment la chapelle. Des deux côtés le fer à cheval est réuni aux extrémités de l'hémicycle par des pavillons d'officiers à deux étages, non voûtés et surmontés d'un toit en tôle. L'escalier de chacun de ces pavillons se trouve au milieu du bâtiment; les logements d'officiers s'ouvrent sur un corridor régnant le long du mur extérieur percé de créneaux. Les extrémités de chaque pavillon sont reliées au fer à cheval et aux pignons de l'hémicycle par des murs crénelés au milieu desquels se trouvent les portes d'entrée du fort.

Le parement extérieur de toutes les casemates se compose de gros blocs de granit affectant généralement la forme pentagonale. Les pavillons d'officiers, les pieds-droits de toutes les voûtes, les murs de façade intérieurs et ceux dans lesquels sont percées les portes sont construits en briques. Toutes les maçonneries, exécutées avec le plus grand soin,

doivent être considérées comme de très-bonne qualité.

Le grand réduit est protégé à l'extérieur par trois tours placées à une distance de 800 à 900 mètres en avant, l'une située au nord, à l'extrémité d'une presqu'île, l'autre au sud-ouest, sur une hauteur d'où elle domine le réduit et la campagne; enfin la troisième, presqu'au niveau de la mer, sur une des pointes nord de l'île de Prestö. Ces trois tours sont semblables. Leur diamètre est de 42^{m},90; elles sont percées de 14 embrasures et d'une porte au rez-de-chaussée, de 15 embrasures au premier étage. L'intervalle qui sépare les embrasures est, en outre, percé de deux créneaux. Les casemates ont 7^{m},80 de profondeur et 6^{m},15 de largeur mesurée contre le mur de face extérieur. Celles de l'étage supérieur sont voûtées à l'épreuve de la bombe, recouvertes de terre et surmontées d'une toiture en tôle semblable à celle de l'ouvrage principal, et dont les lucarnes permettent aux tirailleurs de plonger au loin dans la campagne.

Toutes ces constructions, dont l'architecture est simple et imposante, sont assises sur des roches de granit complètement nues et très-tourmentées; ce n'est que dans les parties basses que l'on aperçoit de la végétation. Les rochers allant en s'abaissant du nord au sud, on voit au sud-ouest de Bomarsund de petites plaines cultivées, et un assez grand nombre de maisons d'habitation. Il est évident qu'on ne pourra

pas faire de tranchées pour approcher des ouvrages, mais on a du moins la certitude qu'on pourra remplir des sacs à terre dans des parties de l'île voisines du point d'attaque.

Le 2 août, le bataillon de chasseurs à pied est envoyé dans une île boisée, voisine de Bomarsund, avec deux officiers du génie et tous les outils qu'on a pu se procurer sur la flotte, pour faire des gabions et des fascines.

On attend avec impatience la flottille française qui porte le personnel et le matériel des armes spéciales et de l'administration. Bien que la marine anglaise, qui a beaucoup de bateaux à vapeur, fasse tous ses efforts pour bloquer Bomarsund, le grand nombre des îles qui l'entourent fait craindre que l'ennemi n'y jette des secours, et les déserteurs font connaître, qu'en effet, on en promet tous les jours à la garnison.

Enfin, le 5 août, la flottille française arrive à Ledsund. La journée du 6 est employée à des transbordements indispensables, et le 7, les bâtiments arrivent successivement devant Bomarsund et viennent mouiller à la limite de la portée du canon de l'ennemi. Les soldats qui couvrent les ponts des vaisseaux, sur lesquels on les a entassés en attendant le débarquement, saluent la forteresse du cri de : *Vive l'Empereur!* Ce beau spectacle est de nature à frapper beaucoup l'imagination des Russes.

8 Août. A quatre heures du matin, les chaloupes remplies de nos soldats et remorquées par des matelots, s'approchent de la côte sur un point situé à environ 10 kilomètres au sud-ouest de la place, où les embarcations peuvent aborder facilement, mais qui est couvert d'arbres, circonstance qui serait favorable à la défense. Les troupes de la garnison qui auraient près de deux lieues à faire pour se porter sur cette partie de la côte, n'ont pas quitté la place et le débarquement s'opère sans résistance. Il y a lieu de s'en féliciter, car les soldats ne sortent que péniblement des chaloupes; leurs armes, leur sac, qui est très-lourd, et les baguettes destinées aux tentes-abris embarrassent tous leurs mouvements.

On trace immédiatement, à travers le bois, une route qui permet à l'artillerie de rejoindre la colonne des troupes débarquées, qui ont pris position au village de Tranvik

Pour faire diversion, un débarquement de 3,000 hommes a été opéré au nord de l'île, à trois lieues de la forteresse de Bomarsund. Ces troupes composées de 800 Anglais et de 2,200 Français (infanterie de marine), sont sous les ordres du général Harry Jones. A quatre heures de l'après-midi, les deux colonnes font leur jonction à 2,000 mètres de la place, qui se trouve ainsi investie du côté de terre. Pour que l'investissement fût complet, il faudrait occuper l'île de Prestö par laquelle l'ennemi reçoit des nou-

velles si ce n'est des secours. Les lacs qui s'étendent dans l'île à diverses distances autour de Bomarsund, forment naturellement des lignes de circonvallation et de contrevallation dont on profite en envoyant un demi-bataillon à Castelholm et quatre compagnies au passage de Sund. Le général Harry Jones couvre la gauche des assiégeants avec 2,000 hommes d'infanterie de marine française et 800 soldats anglais. Le général en chef établit son quartier-général au village de Södra-Finby.

9 Août. Les plans que l'on a pu se procurer sont fort inexacts, et quoique l'ennemi ne paraisse pas tenir la campagne, les reconnaissances sont difficiles à faire, à cause du canon des tours et des balles que les tirailleurs finlandais, placés dans les combles de ces tours, tirent avec précision jusqu'à de grandes distances. Les commandants de l'artillerie et du génie arrivent cependant à déterminer à peu près le point d'attaque, et la position des batteries.

On s'occupe à débarquer des vivres et du matériel, mais on manque de moyens de transport; au moment de notre arrivée les habitants effrayés ont fui devant nous, emmenant avec eux les chevaux et les voitures qui abondent dans le pays. Les troupes de l'artillerie et du génie et des travailleurs d'infanterie sont employés a confectionner des gabions et des fascines.

Nuit du 9 au 10 Août. Les commandants de

l'artillerie et du génie, accompagnés de 100 chasseurs à pied, complètent les reconnaissances de la journée, et déterminent la position qu'on peut donner aux batteries, ainsi que les plis de terrain et les escarpements par lesquels on pourra arriver sur les lieux, et soutenir les travaux sans trop exposer les soldats aux feux de la place.

10 Août. Il résulte de ces reconnaissances que la tour du Sud (ou de l'Ouest par rapport à la forteresse) qui domine la campagne et le réduit de Bomarsund est la clé de la position ; que c'est sur elle qu'il faut diriger les premières attaques ; que pour s'en emparer, on pourra établir une batterie de 4 pièces de 16 et de 4 mortiers, à 600 mètres environ de la tour, sur un point d'où on la voit jusqu'au pied et qu'on peut aborder sans trop de difficultés ; que cette contre-batterie, en ouvrant les embrasures, détruisant les lucarnes, et inquiétant beaucoup les défenseurs par l'action des bombes, rendra les approches de cette tour beaucoup moins meurtrières, si même elle ne peut la réduire ; qu'une seconde batterie de 4 pièces de 30 prêtées par la marine, établie à 200 mètres sur un point qui a également été reconnu, ouvrira la tour si les revêtements en granit sont attaquables par l'artillerie ; que pendant que les Français attaqueront cette tour, les Anglais dirigeront leurs attaques sur celle du Nord qui a des vues sur les approches de la place,

que dès que la tour du Sud sera prise, on se glissera vers la droite, pour aller établir des batteries de brèche formidables contre la gorge du grand réduit.

Lorsque ce plan d'attaque est discuté devant le général en chef, le général Jones exprime le désir de concourir à l'attaque de la tour du Sud, avant de diriger ses batteries contre celle du Nord. On accepte la proposition des officiers anglais, et le général en chef décide : que les Français construiront à environ 600 mètres de distance, la batterie de quatre pièces de 16 et celle de quatre mortiers, destinées à désemparer la tour du Sud ; que les Anglais construiront, contre la même tour, une batterie de quatre pièces de 32 tirées de leurs vaisseaux, à une distance de 400 ou même de 300 mètres s'il est possible ; qu'enfin, si cette batterie n'obtient pas un effet suffisant, les Français en construiront une troisième, située à 200 mètres et armée de pièces de 30 long empruntées à leur marine.

Le général en chef, craignant de manquer de vivres, ordonne que toutes les voitures de l'artillerie et du génie seront employées à en transporter du point de débarquement aux bivacs des troupes. L'arrivée du matériel des deux armes se trouve ainsi retardé d'une journée.

11 Août. Des sacs à terre et des outils étant arri-

vés, on rapproche les avant-postes de la place, et, à cinq heures du matin, on commence, avec 300 travailleurs d'infanterie, à remplir des sacs à terre, en arrière du point que doit occuper la batterie n° 1. (*Voir la feuille de dessin n° 2.*)

12 Août. Dans la nuit du 11 au 12 août, les sapeurs aidés de 300 travailleurs d'infanterie, construisent, sur l'emplacement de la batterie n° 1, un masque à l'épreuve des balles et de la mitraille, formé par deux rangs de gabions remplis et surmontés de sacs à terre. Pendant toute la journée du 12, l'artillerie travaille en arrière de ce masque à compléter sa batterie. Les pièces de 16 sont établies sur le rocher par gradins, et le sol des plates-formes est nivelé avec des sacs à terre. La batterie de mortiers est placée un peu plus à gauche et quelques mètres plus bas.

L'ennemi ayant aperçu le lieu où l'on travaille y dirige un feu continuel qui en rend les approches dangereuses.

13 Août. Pendant la nuit du 12 au 13, on réunit les deux batteries par une communication qui, sur quelques points, a pu être creusée dans le sol. On en établit une semblable en arrière, et l'on fait avec des sacs à terre un logement pour nos troupes à 250 mètres en avant de la batterie n° 1. Ce logement établi dans un petit défilé boisé par lequel on peut s'appro-

brasure du rez-de-chaussée, ils font prisonniers le commandant de la tour, deux officiers et 32 soldats. Le reste de la garnison, composée de 140 hommes, s'était jeté dans la place.

La batterie n° 1 de 4 pièces de 16, située à 600 mètres de la tour, a été construite et servie par la 4e batterie du 1er régiment, son feu a duré 14 heures et elle a tiré environ 350 coups. La batterie de 4 mortiers a été construite et servie par la 1re compagnie d'artillerie de marine, son feu a commencé et fini en même temps que celui de la batterie des pièces de 16, et elle a lancé 240 bombes.

Quand l'ennemi nous voit maîtres de la tour du Sud, il y jette des bombes qui blessent quelques-uns de nos soldats et produisent tant de dégâts sur les maçonneries déjà ébranlées, que nous sommes forcés de l'évacuer. Bientôt le feu prend à la toiture, et se communique aux blindages intérieurs et aux approvisionnements de bois qui étaient entassés dans une partie de la cour. La fumée et la flamme sortent par les embrasures. Un officier d'artillerie déclare, après avoir visité les lieux, qu'il y aurait grand danger à évacuer les poudres, attendu qu'il s'en trouve dans toutes les casemates. On se voit donc forcé de s'éloigner de la tour et de la laisser brûler.

La prise de la tour du Sud nous a rendus maîtres de toutes les positions qui dominent la place du côté de l'ouest, mais la tour du Nord prend des revers dangereux sur le terrain où l'on devra établir les

la pensée que le granit résiste à l'action du boulet, et nous décident à construire dans la nuit la batterie n° 3 qui, armée de pièces de 30 tirant avec la charge du tiers, et située à 200 mètres de la tour, ne peut manquer de produire de grands effets. Pendant qu'on reconnaissait l'emplacement de cette batterie, la tour cesse son feu et arbore un pavillon blanc. Après avoir fait approcher et embusquer dans les rochers quatre compagnies d'élite, le général commandant le génie s'abouche avec l'officier russe commandant la tour, et arrive ainsi jusqu'au revêtement d'où l'on peut juger que les douze heures de tir de nos huit bouches à feu ont produit de grands ravages. Le commandant de la tour demande deux heures de répit, pour prendre les ordres du gouverneur de la forteresse; on lui en accorde une, et, aucune réponse n'étant parvenue à l'expiration de ce délai, on reprend le feu avec une nouvelle ardeur.

Nuit du 13 au 14 Août. Pendant la nuit on construit en sacs à terre la batterie n° 3. Les Anglais de leur côté construisent la batterie n° 2, de sorte qu'au point du jour les défenseurs de la tour aperçoivent deux nouvelles batteries élevées contre eux.

14 Août. A quatre heures du matin le feu de la tour a presqu'entièrement cessé, et on remarque que la garnison est peu nombreuse; des chasseurs à pied et des sapeurs y courent, et, pénétrant par une em-

de 22 centimètres. Cette batterie est destinée à envoyer des projectiles dans la place jusqu'à la fin du siége, ou du moins jusqu'au moment où l'on aura pu la rapprocher de la gorge.

15 Août. La batterie de mortiers et d'obusiers n° 4 ouvre son feu à 8 heures du matin La place et la tour du Nord nous envoient beaucoup de boulets et de mitraille, mais les rochers nous abritent, et nos chasseurs à pied, bien embusqués et couverts par des créneaux en sacs à terre, tirent dans les embrasures et dans les lucarnes, d'où les tirailleurs finlandais font un feu très-gênant. Deux pièces de campagne nouveau modèle, placées à 7 ou 800 mètres dans les rochers, tirent aussi sur la gorge du réduit en changeant de place après chaque coup. Enfin, plusieurs vaisseaux des deux flottes, embossés à environ 2800 mètres, joignent leur feu à celui des batteries de terre. La canonnade devient des plus vives, et la place en souffrirait beaucoup si, à cause de la grande distance, une partie des obus de la flotte, qui sont d'ailleurs parfaitement dirigés, ne tombaient en dehors de ses murs. On remarque surtout la grande portée et la justesse des coups d'un boulet plein de 80 livres, tiré par le bateau à vapeur que montait l'amiral anglais Shads.

Les Russes relèvent tellement la bouche de leurs pièces, pour atteindre les vaisseaux qui tirent sur le

fort, qu'ils font tomber presque toutes les plates-bandes des embrasures.

Dans la matinée l'incendie a gagné les poudres de la tour du Sud; elle saute et est presqu'entièrement détruite par l'explosion. Nos troupes se rapprochent alors de cette tour dont on craignait les éclats.

Dans la soirée, la tour du Nord, ouverte par la batterie anglaise n° 2, cesse son feu et hisse un pavillon blanc.

La batterie n° 2, armée de 3 pièces de la marine anglaise du calibre de 32 (29 livres ou 14k, 509 de France), se trouvait à 870 mètres de la tour du Nord. Elle a tiré 487 boulets et 45 obus en 8 heures, et ce tir a été aussi remarquable par sa précision que par sa rapidité (22 coups par heure et par pièce); la charge n'était que de 6 livres, un peu moins de 1/5e du poids du boulet.

La tour a été complètement ouverte dans tout l'espace compris entre deux embrasures; il aurait suffi d'agrandir un peu la brèche par sa partie inférieure, pour la rendre facilement praticable.

Les canonniers russes se sont fait remarquer aussi par leur adresse et leur intrépidité; les trois pièces anglaises ont été endommagées par les boulets de la tour, et après la chûte des maçonneries les Russes servaient encore leurs pièces, à découvert dans l'intérieur des casemates.

La tour du Nord prenait des revers dangereux sur la gorge du grand réduit. Dès qu'elle a cessé son

feu on s'empresse de choisir l'emplacement d'une première batterie de brèche de 4 pièces qui plongera la gorge du fort, à une distance d'environ 400 mètres. La nuit suivante on pourra en établir une seconde de même force. Ces batteries renfermeront à elles deux 6 pièces de 30 et les deux obusiers de $0^m,22$ qui se trouvent actuellement dans la batterie n° 4.

Dans la soirée, l'amiral Parseval fait occuper l'île de Prestö par l'infanterie de marine; la place se trouve ainsi complètement investie.

16 Août. Pendant la nuit on a élevé le masque en gabions et sacs à terre qui couvre la batterie de brèche contre les feux de la place. L'artillerie construit en toute hâte le coffre et les plates-formes de cette batterie, qui doit être armée dans la nuit. Le feu de la batterie de mortiers et d'obusiers continue toujours. Ses projectiles et les coups plongeants de nos chasseurs à pied gênent beaucoup la défense; nous avons cependant plusieurs blessés parmi les soldats qui transportent les sacs à terre.

Dans l'après-midi, la forteresse de Bomarsund hisse le pavillon blanc. Les amiraux et le général en chef s'y transportent. Deux bataillons français entrent dans la grande cour, où ils se rangent en bataille devant la garnison russe. On envoie sommer le commandant de la tour de Prestö qui a une garnison de 140 hommes et 18 canons ; il se rend aussi.

La batterie n° 4, composée de 2 obusiers de 0m,22 et des 4 mortiers provenant de la batterie n° 1, a ouvert son feu dans la journée du 15, et l'a continué jusqu'au moment où la place a capitulé. Cette batterie a lancé 230 obus et 300 bombes. Les obusiers étaient servis par l'artillerie de terre et les mortiers par l'artillerie de marine.

Le général Bodisco, gouverneur de Bomarsund, déclare que son conseil de défense a été surtout impressionné par la construction de la batterie de brèche qui a été élevée si rapidement pendant la nuit contre la gorge du fort. De notre côté, nous sommes frappés des préparatifs qui avaient été faits pour recevoir l'assaut. Toutes les croisées qui donnent sur la cour sont barricadées par des bois et des sacs de farine qui ne laissent d'autre vide que ceux des créneaux pour les feux d'infanterie. Si la garnison avait eu assez d'énergie pour soutenir l'assaut, elle nous aurait fait éprouver de grandes pertes, mais elle avait prévu le sort qui l'attendait si nos soldats eussent dû l'enlever de vive force.

Le nombre des prisonniers qui ont défilé devant nos troupes et des blessés trouvés dans le fort s'élève à 2,400.

Cent-seize bouches à feu et 3 mortiers étaient en batterie dans la forteresse et dans les tours ; 78 canons, paraissant avoir appartenu à la Suède, sont sur chantiers ; enfin on trouve encore dans la cour 7 pièces de campagne prêtes à être attelées.

L'approvisionnement en poudre, en projectiles de toute espèce et en vivres est considérable. La prise de Bomarsund est incontestablement un échec qui sera vivement senti par l'empereur de Russie.

La rapidité des attaques et leur succès sont dûs principalement à l'emploi des sacs à terre, et aux anfractuosités des rochers, qui ont été bien étudiées et dont on a pu profiter pour remplacer les cheminements qui étaient impossibles, car on était presque partout sur le roc nu. Au moyen de gabions placés sur deux rangs, remplis et surmontés de sacs à terre, on établissait un premier masque derrière lequel on construisait ensuite les batteries avec une rapidité qui déconcertait l'ennemi, car il ne pouvait prévoir le point où elles devaient être élevées, et lorsqu'il les apercevait, au point du jour, elles étaient déjà à l'abri de ses coups.

C'est aux mêmes causes qu'on doit attribuer la faiblesse de nos pertes qui, malgré le grand feu d'artillerie fait par la place, ne se sont élevées qu'à 85 tués ou blessés. Malheureusement, au moment où le siége se terminait, le choléra qui envahit le corps d'armée nous enleva en peu de jours plus d'un quinzième de nos soldats.

On peut voir par le dessin n° 2 annexé à ce journal que les constructions qui existaient à Bomarsund ne formaient qu'une partie de celles qui étaient projetées ou en cours d'exécution. Cette vaste forteresse, élevée à grands frais et si menaçante

pour les puissances voisines, avait été entreprise lorsque l'empereur Nicolas, n'étant encore que grand-duc, se trouvait à la tête du corps du génie russe, et elle se continuait comme elle avait été commencée, suivant les idées de l'empereur. Ses maçonneries ne devant être sur aucun point couvertes par des masques en terre, on ne peut contester que tout le système de la défense reposait sur cette supposition que les gros blocs de granit qui formaient les parements des murs extérieurs résisteraient à l'action du canon. Les défenseurs de Bomarsund ont dû éprouver un grand mécompte lorsqu'ils ont vu les boulets de 16 et les bombes ébranler si fortement les maçonneries de la tour du Sud, et les boulets de 29 ouvrir en brèche la tour du Nord à une distance de plus de 800 mètres (1).

Le siége de Bomarsund prouve une fois de plus, ce qu'on a toujours admis en France, que les maçonneries, quelle que soit leur qualité, ne peuvent

---

(1) Lorsque la destruction de la fortcresse fut décidée, les officiers de la marine anglaise demandèrent qu'on laissât debout 6 casemates du réduit, afin qu'ils pussent étudier l'action du boulet sur les maçonneries avec parement de granit.

Un vaisseau s'embossa à 1,000 yards (915 mètres) du mur de masque des casemates, et tira pendant deux heures par coups isolés, puis par salves. Les boulets ne produisaient que peu d'effet sur la maçonnerie. Le vaisseau se rapprocha et vint se placer à 500 yards (458 mètres) du

pas résister à l'action des pièces de gros calibre placées à bonne portée, et que les formes circulaires, qui conduisent nécessairement à des feux divergents, sont celles qui laissent le plus d'avantages à l'attaque.

L'évacuation des îles d'Aland, que les deux amiraux et le général en chef avaient proposée d'un commun accord à leurs gouvernements, ayant été décidée, le général commandant le génie reçut l'ordre de détruire la forteresse de Bomarsund.

De toutes les constructions élevées avec tant de soins et à si grands frais par la Russie, il ne reste plus aujourd'hui qu'un monceau de ruines.

Les côtes de la Finlande sont couvertes par une ceinture d'îlots et de rescifs à travers lesquels les bâtiments qui ont un fort tirant d'eau ne peuvent pas pénétrer, tandis que les chaloupes canonnières des Russes, conduites par des pilotes qui ont une connaissance parfaite de ces parages, peuvent circuler

---

mur; il fit un feu bien soutenu en tirant par bordées de ses deux ponts, et après une heure de tir le mur tomba en ruines.

A cette dernière distance le premier coup de canon ne fut tiré que 24 minutes après que le vaisseau eût jeté l'ancre, et dans l'opinion de l'amiral Napier, des officiers de la marine anglaise et du général Harry Jones, qui assistaient à ces expériences, une telle opération n'aurait pas été praticable sous le feu de l'ennemi ; le vaisseau et l'équipage en auraient trop souffert.

entre les rochers et longer la côte sans craindre les vaisseaux de guerre. Mais pour passer du golfe de Bothnie dans celui de Finlande, les chaloupes doivent contourner la presqu'île d'Hangö et traverser la rade qui se trouve à son extrémité. La rade d'Hangö a, par suite, une grande importance militaire. Les Suédois avaient construit les deux forts de *Gustafsvärn* et de *Gustave-Adolphe*, et plusieurs batteries pour défendre cette rade; les Russes avaient perfectionné ces ouvrages et augmenté le nombre des batteries; mais frappés de l'échec qu'ils venaient d'éprouver à Bomarsund et prévoyant que le corps expéditionnaire leur enlèverait cette position, ils se décidèrent à faire sauter eux-mêmes toutes les fortifications qui défendaient la rade d'Hangö. L'amiral Parseval et le général en chef venaient en faire la reconnaissance le 27 août, à bord du *Phlégéton*, lorsque cette destruction s'accomplit sous leurs yeux.

Cet événement, difficile à prévoir, mit fin aux opérations que pouvait entreprendre le corps expéditionnaire de la Baltique.

Nous ne terminerons pas ce journal sans rappeler la grande part qui revient aux flottes alliées dans le succès des opérations dirigées contre Bomarsund. Le corps expéditionnaire fut sans cesse approvisionné par la flotte; les matelots traînaient gaiement leurs pièces de gros calibre sous le feu de la place, et si

la garnison n'a reçu que de faibles secours, si le siége n'a pas été troublé par les Russes qui se trouvaient en force à Abo, on le doit aux deux marines qui maintinrent, avec la plus grande vigilance, le blocus de l'île d'Aland au milieu du labyrinthe que forment les îlots qui l'environnent.

LA FORTIFICATION

Mise à la portée des officiers de l'armée et des personnes qui se livrent à l'étude de l'histoire militaire,

AVEC NOTES ET PLANCHES

Par HENRY YULE, Lieutenant aux ingénieurs du Bengale.

Traduit de l'anglais par G. de G. officier de Chasseurs à pied.

CHAPITRE PRÉLIMINAIRE.

Problèmes de géométrie. — Définitions. — Portées des armes à feu.

Un *plan* est un dessin qui fait voir un objet dans ses dimensions horizontales seulement : telle serait la représentation que l'on obtiendrait sur une surface horizontale s'étendant au-dessus de l'objet, par la rencontre de cette surface avec une série de rayons ou de lignes droites s'élevant verticalement de chacun des points de l'objet. Les cartes ordinaires des pays et des villes sont des *plans*. De l'inspection

d'une carte d'Europe, l'on peut déduire avec certitude la longueur de la chaîne des Alpes, ou la largeur du détroit du Pas-de-Calais; mais l'emploi des échelles n'y peut être d'aucun secours pour en conclure la hauteur de l'une, ou la profondeur de l'autre.

Une *élévation* représente les dimensions extérieures d'une des faces de l'objet : on la suppose décrite par des rayons ou des lignes droites, menées horizontalement de chacun des points de l'objet, jusqu'à leur intersection avec une surface verticale donnée.

Une *section* d'un objet suivant une direction donnée, verticale ou horizontale, est, dans le premier cas, l'élévation; dans le second, le plan que fournirait l'objet, en supposant qu'il ait été fendu, coupé suivant la direction donnée et que l'on ait enlevé toute la position de l'objet située entre l'œil et le plan de la coupure.

Un *plan* du château d'Edimbourg ferait voir aux yeux tous les contours horizontaux de la colline, tous les chemins, toutes les places, et tout ce qu'enferme et entoure l'enceinte des batteries et des remparts; mais on n'en tirerait aucun renseignement sur la hauteur du rocher, des murs ou des casernes. Une *élévation* montrerait la hauteur du rocher et des murs, et l'aspect architectural des édifices, vus suivant une de leurs faces. Mais ni plan ni élévation ne nous renseignerait sur l'épaisseur des murs de revêtement, ou le degré d'inclinaison qu'on a pu leur donner. Procurons-nous une *section* dirigée vertica-

lement à travers quelques parties des ouvrages, et nous connaîtrons alors en cette partie l'épaisseur et le talus des murailles.

Ainsi encore, le *plan* d'une colonne cylindrique sera simplement un cercle; sa *section verticale*, un rectangle debout; son *élévation*, un rectangle pareil, ombré de manière à indiquer aux yeux l'arrondissement de la surface.

Une *section* oblique à la face d'un édifice n'en montrerait pas l'épaisseur véritable : aussi les sections, à moins de quelque raison spéciale, sont-elles habituellement faites perpendiculairement à la face dont l'on veut mettre en évidence les détails intimes de la construction, ou les parties cachées; une section verticale, faite ainsi perpendiculairement à la face d'un ouvrage, se nomme généralement un *profil*.

Les problèmes suivants, d'une fréquente application dans le dessin des plans, doivent être bien compris avant de passer à la partie pratique de l'étude.

PROBLÈME Ier

Diviser une ligne droite d'une longueur donnée, en un nombre donné de parties égales. —

Soit (fig. *a*) la ligne AB à diviser en six parties égales. Par A menez AC faisant un certain angle

avec AB; par B, et de l'autre côté de AB, menez BD parallèle à AC. Sur AC, et de A en C, portez cinq fois une longueur convenable, et cinq fois la même longueur sur BD, de B en D. Joignez les points numérotés 1,2,3... de AC, aux points 5,4,3... de BD : les intersections avec AB des lignes ainsi menées, la diviseront en six parties égales.

PROBLÈME II.

Diviser une ligne donnée en deux parties égales. — (fig. b).

De l'extrémité A comme centre, avec un rayon plus grand que la moitié de AB, décrivez un arc sur les deux côtés de AB. Avec le même rayon, du centre B, décrivez un arc coupant le premier en 2 points C et D. Joignez CD par une ligne droite coupant AB en E : AB est divisé en E en 2 parties égales.

PROBLÈME III.

Elever une perpendiculaire à une ligne, d'un point donné sur cette ligne. — (fig. c).

Soit AB la ligne, E le point. De chaque côté de E,

prenons les longueurs EA, EB égales l'une à l'autre; continuons comme dans le problème précédent : CD sera perpendiculaire à AB au point E.

Ou : (fig. *d*) d'un point C, pris hors de la ligne, avec CE pour rayon, décrivez un arc de cercle coupant AB en E et D; menez DC qui, au-delà de C, rencontrera le cercle en F : joignez FE, qui sera la perpendiculaire demandée.

Ou : (fig. *e*) Prenez ED = 3 divisions d'une certaine échelle; de E comme centre, avec un rayon égal en longueur à quatre divisions de la même échelle, et de D comme centre, avec un rayon égal à cinq divisions, décrivez deux arcs se coupant en F: FE sera la perpendiculaire cherchée.

PROBLÈME IV.

Abaisser une perpendiculaire sur une ligne donnée, d'un point donné hors de cette ligne. — (fig. *f*).

Soit AB la ligne, P le point. D'un point C de la ligne comme centre, avec le rayon CP, décrivez un arc coupant la ligne en D; à partir de D, prenez de l'autre côté de la ligne un arc DE = DP. Joignez PE, qui est la perpendiculaire.

PROBLÈME V.

Faire un angle égal à un angle donné. — (fig. g.

Soit BAC l'angle donné : au point D, et sur DE, on veut faire un angle égal à l'angle BAC. Du sommet A, avec un certain rayon, décrivez un angle coupant AB, AC, en *a* et *b*; du point D, avec le même rayon, décrivez un arc coupant DE en *c*; prenez sur cet arc une longueur $cd = ab$; par le point *d* menez DF. L'angle EDF = BAC.

PROBLÈME VI.

Diviser un angle en deux parties égales. — (fig. *h*).

Soit l'angle BAC. Du sommet A décrivez un arc coupant AB, AC, en *b* et *c*; de ces points, avec un même rayon, décrivez un arc coupant en D. Joignez DA, qui est la bissextrice demandée.

PROBLÈME VII.

D'un point donné hors d'un cercle, mener une tangente à ce cercle. — (fig. *i*).

Soit P le point; joignez-le au centre C du cercle.

Divisez PC en 2 parties égales au point B, et décrivez sur PC comme diamètre un cercle coupant le premier en S, T : PS, PT sont deux tangentes satisfaisant à la question.

PROBLÈME VIII.

Construire un carré sur une ligne donnée, (tiré de l'*Engineer and Machinist's Assistant*, de Blackie). — (fig. *j*).

Soit AB la ligne donnée. De A et de B comme centres, avec AB pour rayon, décrivez des arcs se coupant en C; de C, avec le même rayon décrivez un cercle coupant les premiers arcs en D, E; de ces points, menez des arcs coupant le cercle en F, G. Joignez AF, BG, qui couperont en H, I les premiers arcs décrits. Joignez HI; AHIB est le carré demandé.

PROBLÈME IX.

Construire un pentagone régulier sur une ligne donnée. — (fig. *k*).

Soit AB la ligne. Faites l'angle ABC = 108°, et BC = AB. Divisant AB, BC, en deux parties égales par des perpendiculaires concourant en F, de ce point décrivez un cercle passant par les trois points ABC. On

complète le pentagone, en portant sur la circonférence la longueur du côté AB, suivant AE, CD, DE.

PROBLÈME X.

Construire un hexagone régulier sur une ligne donnée (fig. 4).

Soit AB la ligne. Des points A, B, avec AB pour rayon, menez des arcs se coupant en G, et de ce point décrivez un cercle passant par A et B. Portant sur la circonférence cinq fois la corde AB, vous compléterez l'hexagone.

PROBLÈME XI.

Construire un octogone régulier sur une ligne donnée (fig. 11).

AB étant la ligne donnée, faites l'angle ABC $= 135^{\circ}$, et prenez AC $=$ AB. Faisant, comme pour le pentagone, passer un cercle par les trois points A B C, complétez l'octogone en portant sur la circonférence six fois la corde AB.

Observation : On peut trouver l'angle d'un polygone régulier quelconque, par cette propriété que la somme des angles d'un polygone quelconque,

régulier ou non, est égale à autant de fois deux angles droits qu'il y a d'unités dans le nombre des côtés moins deux.

PROBLÈME XII.

Construire un rectangle ayant un côté et une diagonale de longueurs données (fig. n).

Sur la diagonale AC, de longueur donnée, décrivez un demi-cercle. Du point A, avec la longueur du côté, décrivez un arc coupant le demi-cercle en B; joignez BC. Complétez le rectangle, en menant AD, CD, parallèles à AB, BC.

Les termes techniques qui suivent ont besoin d'explication.

Un *angle saillant* est celui dont la pointe se dirige en dehors; un *angle rentrant*, celui dont la pointe se dirige en dedans. Pour les yeux du lecteur, A forme un angle saillant, V un angle rentrant.

On nomme *capitale*, en fortification, la bissextrice imaginaire d'un angle; *gorge*, une ligne droite

fermant l'arrière ou réunissant les extrémités intérieures d'un ouvrage.

Le *relief* d'un ouvrage est la différence de niveau entre le point le plus élevé et le point le plus bas de son profil, ou la hauteur verticale du premier au-dessus du second.

Le *commandement* d'un ouvrage est sa hauteur au-dessus du sol naturel, ou *plan de site*. Le commandement d'un ouvrage sur un autre est la différence entre la hauteur du premier et celle du second au-dessus du sol naturel.

On définira les autres termes à mesure que la nécessité d'en faire usage se fera sentir dans le courant du livre. Cela vaut mieux que de décharger toute une batterie d'expressions techniques en une seule salve. Le lecteur, auquel dans le corps de l'ouvrage, aurait échappé quelque définition, pourra la retrouver en se renseignant au glossaire qui termine l'ouvrage.

Comme la disposition des ouvrages de fortification doit éminemment dépendre des portées des armes servant à leur défense ou à leur attaque, il est bon que le lecteur ait une idée de l'étendue de ces portées. La portée efficace de la mousqueterie est de 180 à 200 yards (165 à 185 mètres); à 300 yards (275 mètres), elle ne se fait plus guère respecter.

Les grandes armes portatives, appelées pièces de murailles, ou fusils de rempart, en usage dans la dé-

fense des forteresses, portent avec un plein effet de 400 à 500 yards (365 à 455 mètres).

La table suivante donne les portées des pièces d'artillerie les plus communément employées.

Artillerie de campagne.

	PORTÉE.			
	But en blanc.		Sous 4° d'élévation.	
	Yards.	Mètres.	Yards.	Mètres.
Canon de 6 livres. . . .	200	185	1200	1095
Canon de 9 à 12 livres. . .	300	275	1400	1280
Obusier de 12 livres. . .	200	185	1000	915
Obusier de 24 livres. . .	250	230	1025	935

Grosse artillerie.

	PORTÉE.			
	But en blanc.		Sous 4° d'élévation.	
	Yards.	Mètres.	Yards.	Mètres.
Canon de 18 livres. . . .	360	330	1600	1465
Canon de 24 livres. . .	560	330	1670	1525
Canon de 32 livres. . .	380	345	1730	1575
			Sous 12° d'élévation.	
			Yards.	Mètres.
Obusier de 8 pouces.			2000	1830
Obusier de 10 pouces.			2410	2205

La portée extrême des petits mortiers à bras, appelés *royaux* et *à la Coëhorn*, est d'environ 600 yards (550 mètres); celle du mortier en fer de 8 pouces, de 2,000 yards (1,830 mètres); celle du mortier de 10 pouces, de 2,400 yards (2,195 mètres); celle du mortier de 13 pouces, de 2,900 yards (2,650 mètres).

Les plus grosses pièces d'artillerie, telles que les canons de 56 livres, de 8 pouces et de 10 pouces, récemment introduits dans le service pour l'armement des steamers et la défense des côtes, tirées sous une élévation considérable, portent à des distances de 4,000 à 5,000 yards (3,658 mètres à 4,570 mètres).

CHAPITRE PREMIER.

Objet et formes élémentaires de la fortification.

L'art de la fortification remonte au temps où les hommes ont commencé à se faire la guerre.

Son objet est défini par l'étymologie même : *fortifier*, *rendre fort*. Elle est l'art d'économiser la force dans la guerre ; l'art de donner, par un travail intelligent, de la valeur à une position militaire ; l'art de rendre le corps de troupe qui occupe une position, capable de résister à une force plus puissante qui voudrait s'en emparer. Elle atteint ce but :

1° Si la position du défenseur est à couvert de l'observation et des atteintes de l'assaillant ;

2° Si des obstacles suffisants interdisent à l'assaillant l'accès de cette position ;

3° Si la position du défenseur lui procure le dou-

ble avantage d'observer l'assaillant, et de diriger à propos contre lui ses troupes et tous ses moyens offensifs.

Ces trois conditions sont inséparables de l'idée d'une bonne fortification. Trois mots peuvent les désigner : *couvert*, *inaccessibilité*, *avantage* de la position.

La nature ou un accident, la forme du sol naturel ou la disposition d'édifices existant déjà, fournissent souvent, avec plus ou moins de convenance, les conditions requises. Si ce cas se présente, le soldat trouvera dans l'art de la fortification, les moyens de tirer parti des avantages ainsi créés par la nature ou par un accident, et de les obtenir au même degré sur les points défectueux de la position. Mais qu'une place, qu'il importe de défendre, n'ait reçu de la nature aucun de ces avantages, l'art de la fortification doit les y créer.

Appliqué à des objets d'une importance temporaire tels qu'aux dispositions dont le but est d'appuyer les flancs ou le front d'une armée en campagne ; à la défense d'un pont, d'un village, des rues d'une cité; aux ouvrages destinés à couvrir l'attaque d'une position militaire : cet art reçoit chez nous le nom de *fortification de campagne* ; les Français l'appellent avec plus de justesse, *fortification passagère*, parce que le terrain n'a besoin d'être fortifié que passagèrement.

Appliqué à des positions qu'il importe de con-

server en tous temps, tels que villes, ports, arsenaux, frontières, etc., il prend le nom de *fortification permanente.*

Les principes fondamentaux de ces deux genres de fortification sont les mêmes. Leurs différences découlent de la promptitude de construction généralement exigée pour les ouvrages de la fortification de campagne, du calibre plus léger de l'artillerie habituellement employée à l'attaque et à la défense de ces ouvrages, et de la dépense bien plus considérable qu'entraînent, avec juste raison, les ouvrages destinés à un service permanent.

Mais ces distinctions ne sauraient être toujours bien soigneusement établies. Par économie, quelquefois par d'autres motifs, des ouvrages qui par leur nature semblent appartenir aux constructions temporaires de la fortification de campagne, peuvent néanmoins couvrir des positions d'une importance durable. D'autre part, des ouvrages de campagne, élevés dans la vue de fournir une défense prolongée, comme d'occuper quelques-uns de ces points qui, dans les opérations d'une armée active, sont les clés du succès, ou qui vraisemblablement conserveront leur importance à travers une longue guerre : ces ouvrages, dis-je, sont souvent construits avec tant de soin, qu'ils revêtent presque le caractère de la fortification permanente. Les Français appellent *mixtes* de semblables ouvrages.

On emploie dans la construction des ouvrages de

fortification, une grande variété de matériaux, ceux en général que chaque localité ou l'occasion font trouver plus immédiatement sous la main. Ainsi l'on a tour à tour employé des *blockhaus*, ou fortins de bois, dans les forêts de la frontière du Canada; des *stockades*, sortes de palissadement de bambous et de troncs d'arbres, dans les *jungles* ou fourrés du pays Birman et de la Nouvelle-Zélande, et dans les campagnes montagneuses du Népaul; des briques séchées au soleil et de la boue, dans les chaudes pleines de l'Orient; des monceaux de pavés, dans les rues de Paris; des balles de coton, dans la défense de la Nouvelle-Orléans. Des bâts de chameaux, disposés en rang, ont fourni dans l'Inde, dit-on, d'utiles épaulements. Dans l'antiquité, au moyen âge, les ouvrages permanents étaient en maçonnerie; mais opposée à l'artillerie moderne, et à moins d'avoir une énorme épaisseur, la maçonnerie est trop aisément destructible; sa propriété de voler en éclats sous le choc puissant des projectiles, et de s'écrouler par masses, la rend très-dangereuse pour ses propres défenseurs; enfin elle n'est absolument pas susceptible d'une prompte réparation. (1) Aussi, depuis que la poudre à canon est

---

(1) La reconstruction du flanc tout entier du bastion d'Orange à Gibraltar, sur une longueur de 120 pieds (36m,60), durant le

devenue le principal engin de la guerre moderne, la terre a constitué la matière par excellence de la plupart des fortifications, et la considération des ouvrages en terre forme la plus importante portion de l'étude de l'art.

La première des conditions essentielles de la fortification est le *couvert*. Un amoncellement de terres élevées dans le but de mettre le défenseur à couvert du feu de l'ennemi, se nomme *parapet*. Le parapet doit avoir assez de hauteur pour abriter l'homme de la plus grande taille placé derrière lui, assez épais pour arrêter le plus puissant projectile qui puisse être lancé contre sa masse.

Pour remplir la première condition, on donne habituellement aux parapets de 7 pieds 1/2 à 8 pieds de hauteur (2m29 à 2m44). Ce chiffre est un peu supérieur, il est vrai, à la taille ordinaire des grenadiers; mais on l'a ainsi déterminé, en exagérant quelque peu cette taille, pour protéger les personnes situées dans l'intérieur de l'ouvrage, des atteintes d'un coup plongeant pardessus sa crête, circonstance fréquente, puisque la trajectoire des projecti-

---

siége de 1782, entreprise et menée à fin sous le feu d'une puissante artillerie, a été probablement une opération sans exemple. (Drinkwater's *History*, chap. VIII.).

les est une ligne courbe; ensuite, pour dérober l'intérieur de l'ouvrage à la vue d'un cavalier; enfin, en prévision de la réduction de hauteur que devra subir le parapet par son exposition à un feu continuel. Si le temps presse, néanmoins, et que l'on ne puisse satisfaire à toutes ces exigences, il suffira d'un parapet de 6 pieds de hauteur (1^{m},83).

Quant à la condition d'épaisseur, on peut consulter la table suivante, qui montre à quelle profondeur chaque projectile des divers calibres en usage est susceptible de s'enfoncer dans une levée de terre, et quelle surépaisseur de terre il convient, dans chaque cas, d'allouer au parapet, pour que le projectile ne puisse pas le traverser, même après les éboulements qu'entraîne toujours sa pénétration.

Calibre.	*Profondeur de la pénétration.*	*Epaisseur nécessaire au parapet.*
Balle de fusil. . . .	1 pi. 6 po. (0^{m} 46)	3 pi. 0 po. (0^{m} 92)
Boulet de 6 livres. .	3 pi. 6 po. à 4 pi. 6 po. (1^{m} 07 à 1^{m} 37)	6 pi. 0 po. (1^{m} 83)
— de 9 — .	6 pi. 6 po. à 7 pi. 6 po. (1^{m} 98 à 2^{m} 29)	9 pi. 0 po. (2^{m} 74)
— de 12 — .	8 pi. 6 po. à 10 pi. 0 po. (2^{m} 59 à 3^{m} 05)	12 pi. 0 po. (3^{m} 66)
— de 18 et 24.	11 pi. 6 po. à 13 pi. 0 po. (3^{m} 51 à 3^{m} 96)	18 pi. 0 po. (5^{m} 49)

De ces résultats découle cette règle aisée à retenir : qu'un parapet doit avoir un pied d'épaisseur par chaque livre pesant du projectile au choc duquel il est appelé à résister. Les parapets des ouvrages permanents, naturellement destinés à résister aux boulets du plus gros calibre, ont habituellement de 18 à 20 pieds d'épaisseur (5^{m}, 49 à 6^{m}, 10).

Pour former le parapet, les terres peuvent être extraites de l'intérieur et jetées en dehors. (fig. 1, 2, 3, 4, 6; et fig. 18), ou tirées de l'extérieur et jetées en dedans. (fig. 7, 8, 9, 10; et fig. 20, 21.)

Le premier cas est celui qui permet de se mettre le plus promptement à couvert, car chaque pied en profondeur de terres excavées donne en hauteur deux pieds d'abri. (fig. 1 et 2). Cette protection, cependant, ne s'étend qu'aux troupes actuellement stationnées dans l'excavation: elle cesse en deçà. Ainsi le *couvert*, premier objet de la fortification, est très-rapidement atteint; le deuxième objet, *l'inaccessibilité*, ne l'est pas; le troisième objet, *l'avantage* dans l'emploi des troupes et des armes, est jusqu'à un certain point plutôt sacrifié qu'atteint, puisque le défenseur, rélégué dans une sorte de trou, est à la fois défavorablement posté pour surveiller les progrès de l'assaillant, et pour lutter corps à corps avec lui sur l'emplacement du parapet. Aussi n'exécute-t-on cette forme d'ouvrage que lorsqu'on ne veut que se mettre à *couvert*, ou lorsqu'il est d'un extrême importance de s'y mettre le plus promptement possible. Telles sont les tranchées creusées pour dérober les cheminements des troupes occupées au siége d'une place; les lignes qui relient deux ouvrages d'une valeur plus grande, pour protéger leur communication réciproque; les levées de terre qu'il faut exécuter sur-le-champ pour barrer une route, aider à la défense d'une position, ou

garantir des troupes du feu de l'artillerie au début d'une action générale. Un des avantges de ces sortes de retranchements est de permettre aux troupes de les améliorer, en chargeant le parapet de nouvelles terres, même sous le feu meurtrier de l'ennemi. Telles sont les lignes que les Sikles ont pour habitude constante d'entreprendre immédiatement en occupant une position en présence de l'ennemi, et dont ils augmentent chaque jour le nombre et la résistance, tant que l'occupation continue (1).

Cette sorte d'ouvrage s'applique très-utilement en campagne, sur la crête d'une hauteur dont le talus descend vers l'ennemi. Dans ce cas, la nature même donne à la défense l'*avantage*, et, jusqu'à un certain point, l'*inaccessibilité*; et il suffit d'un parapet d'une médiocre hauteur, pour couvrir des atteintes d'un ennemi situé plus bas, non-seulement les défenseurs de la tranchée, mais encore les troupes établies en arrière (fig. 3).

Dans un terrain n'offrant qu'une faible épaisseur de terre susceptible d'être piochée, on se mettra plus rapidement à couvert, en creusant simultanément deux tranchées, l'une en dehors, l'autre en dedans (fig. 5 et 19). Néanmoins, cette méthode of-

(1) Voyez note A, *retranchements des Sikles*.

fre l'inconvénient de mettre l'assaillant à l'abri, dès qu'il peut atteindre la tranchée extérieure.

Dans le second cas, où toutes les terres du parapet sont prises en dehors, il faut fouiller une plus grande excavation pour se mettre à couvert; mais alors cette excavation, ou le *fossé*, comme on la nomme, est un obstacle aux progrès de l'ennemi, et procure à l'ouvrage, à un degré plus ou moins grand, l'*inaccessibilité*. Tel est le mode de construction suivi dans les ouvrages exécutés à loisir, car le fossé facilite beaucoup la bonne disposition des autres genres d'obstacles destinés à retarder l'assaillant. Quand le temps presse, cependant, l'excavation intérieure est préférable; car, à quelque degré d'avancement que l'on soit obligé d'arrêter le travail, il met toujours le défenseur plus ou moins à couvert, et lui bénéficie tout entier; tandis que l'interruption forcée d'un ouvrage pourvu d'un excavation extérieure, met proportionnellement le défenseur moins à couvert, et peut fournir un abri sûr à l'ennemi.

Ainsi qu'on l'a dit plus haut, l'on a fixé la hauteur ordinaire du parapet à 7 pieds 1/2 (2^m,29). La plupart des ouvrages ayant aussi bien pour but la défense active que la défense passive, il importe de recourir à des dispositions qui permettent aux hommes de tirer par dessus cette haute masse. A cet effet l'on élève un gradin de terre tout le long du parapet à l'intérieur. La hauteur par dessus laquelle un homme de moyenne taille peut faire feu commodé-

ment, de manière à assurer l'effet de son tir, est de 4 pieds 1/4 à 4 pieds 1/2 ($1^m,30$ à $1^m,37$) : cette considération détermine l'abaissement du gradin de terre au-dessous du sommet du parapet. Cette *banquette*, tel est le nom qu'on lui donne, reçoit ordinairement de 3 à 5 pieds de largeur ($0^m,92$ à $1^m,53$), et se termine en arrière du parapet, par un talus dont la base est double de la hauteur, pour qu'on le puisse monter et descendre avec facilité. Ainsi, dans la figure 11, qui représente en profil et en perspective les formes habituelles du parapet et de son fossé, *efg* est la banquette dans son ensemble; *fg* est la *voie*, la *foulée* de la banquette, *ef* en est le talus. Le parapet *abcd* est une masse terminée par trois plans inclinés, que l'on désigne sous les noms de *talus supérieur*, *extérieur* et *intérieur*. Les inclinaisons de ces talus ne sont point prises au hasard; réglées par des considérations bien nettes, elles ne varient guère dans les différentes sortes d'ouvrages.

Le talus intérieur *ab* est tenu très-raide, afin que ce talus n'empêche pas les défenseurs de la banquette de s'approcher assez près du sommet du parapet, pour tirer avec facilité par-dessus sa masse. Sa base est ordinairement du 1/3 au 1/5 de sa hauteur; et comme les terres se soutiendraient rarement sous une pente aussi rapide, on lui fait un *revêtement* de gazon, de branches d'arbres ou d'autres matériaux. Dans les ouvrages permanents, souvent le parapet est intérieurement soutenu

par un petit mur vertical en maçonnerie; mais il est à désirer qu'on n'imite pas cette disposition, car les éclats de la maçonnerie projetés par le boulet ou l'obus sont très-dangereux pour les défenseurs.

L'arête culminante du talus extérieur se nomme la *crête du parapet*, et généralement on nomme crête d'un ouvrage la partie qui en forme le faîte. Le talus supérieur *bc* se nomme *plongée* chez les Français. Plus il s'incline vers l'extérieur, et plus aisément on peut voir et défendre de la banquette le terrain qui longe l'extérieur du parapet. D'autre part, une pente trop rapide rendrait la crête trop aiguë, et susceptible d'une trop prompte destruction. Habituellement on règle sa pente au 6e de sa largeur, et la prudence conseille de n'en pas dépasser le quart.

Le talus extérieur *cd* ne doit pas avoir, pour ne pas s'ébouler, une inclinaison supérieure à celle qu'affectent naturellement les terres employées, quand on les abandonne à elles-mêmes. Dans les profils imaginaires, servant à des tracés d'étude, on prend habituellement sa base égale à sa hauteur.

Le talus intérieur du fossé *hi*, se nomme *escarpe*; le talus extérieur *kj*, *contrescarpe*. Plus on les ...nt raides, plus l'assaillant a de difficultés à vaincre ...ur franchir le fossé. Ainsi dans les ouvrages per...ments, à moins que le fossé ne soit plein d'eau, l'es...pe et la contrescarpe ont des revêtements en ...çonnerie. Quelquefois on ménage entre le para-

pet et le fossé, un étroit sentier *dh* qui prend l
nom de *berme*. Elle est nécessaire, avec certain
natures de terres, pour empêcher la portion ext
rieure de la masse du parapet de s'ébouler dans l
fossé ; elle est de plus d'une grande utilité dans
cours du travail pour la construction du parape
mais elle offre l'inconvénient grave de préparer
l'assaillant s'élançant à l'assaut, une sorte de pali
de repos pour reprendre haleine.

Quelquefois, sous le nom de *glacis*, s'élève
dehors du fossé, un massif de terre *kl*, descenda
en pente douce jusqu'au niveau du terrain natur
ou, en terme technique, du *plan de site*. Le gla
abrite du feu de l'ennemi les parties inférieu
des ouvrages qu'il circonscrit. En outre, quand p
suite de certaines dispositions, la crête trop basse
la contrescarpe se dérobe au feu des défenseurs
parapet, le glacis, en la relevant, sert à la ramen
ainsi que toute la zone de terrain qui la borde
dehors, sous la surveillance et sous le feu du parap

Quand le massif de l'ouvrage est formé de te
provenant d'une excavation intérieure, la banque
peut être représentée par un gradin taillé dans le p
rement extérieur de la tranchée, ou ménagé comm
berme entre la tranchée et le parapet (fig. 2, 3, 4,
La figure 1 montre le minimum de l'élévation s
ceptible de mettre des troupes à couvert. Dans l
figures 2 et 3, l'abri est plus complet, bien qu'u
tranchée intérieure ait également fourni les ter

du massif. La figure 6 représente la hauteur minimum susceptible de garantir l'artillerie. Dans les figures 7 et 8, le massif des parapets, provenant de fouilles extérieures, est disposé pour résister à la mousqueterie ; dans les figures 9 et 10, il l'est pour résister à l'artillerie. Dans les cas où il n'est absolument pas indispensable de donner au parapet une grande épaisseur, et quand rien ne presse d'ailleurs, il peut être avantageux de profiter du temps que l'on a devant soi pour accroître l'inaccessibilité du fossé, en augmentant ses dimensions au-delà de ce qu'il est besoin d'en extraire de terre pour se couvrir (fig. 7). Les terres en excès peuvent alors servir à élever le parapet à une grande hauteur, quitte à faciliter l'ascension de la banquette par deux gradins ou même davantage.

Dans presque tous les ouvrages de la fortification permanente, le parapet s'élève sur un terrassement appelé *rempart*, d'une largeur suffisante pour permettre, en arrière du parapet, les mouvements de troupes et les manœuvres d'artillerie. Cette masse de terre donne un plus grand commandement aux ouvrages, et dans les systèmes de fortification composés de plusieurs lignes successives, permet aux lignes intérieures de surveiller celles du dehors, et de tirer en quelque sorte par dessus leur tête. Son élévation, habituellement protégée contre l'escalade par une haute escarpe maçonnée, rend les surprises très-difficiles, et couvre des feux directs les

édifices qu'enceint la forteresse. Le plateau qui termine le rempart en arrière du parapet, se nomme *terre-plein* ; le talus qui le soutient en dedans, s'appelle le *talus intérieur du rempart* : généralement raide, il est traversé par de nombreux chemins en pente douce, ou *rampes*, pratiqués dans son épaisseur, pour la commode ascension des troupes, de l'artillerie et des voitures.

On a expliqué comment l'aide de la banquette permet à l'infanterie de tirer par dessus leur parapet haut de 7 pieds 1/2 (2^m,29) ; il reste à montrer comment peut s'exécuter le tir des bouches à feu avancées derrière ce même parapet. La hauteur au-dessus du sol d'un canon moyen, monté sur son affût, varie de 2 pieds 6 pouces à 3 pieds 9 pouces (0^m,76 à 1^m,15) : il est dès-lors évident qu'il faut que le canon s'élève, pour tirer par dessus le parapet, ou que l'on entaille ce parapet lui-même, pour que le canon tire par le créneau pratiqué dans sa masse.

La première méthode s'exécute de deux façons. Quelquefois le canon et son affût sont montés sur un châssis en bois massif, assez élevé pour que la bouche du canon arrase la crête du parapet. Le châssis est muni de roues ou roulettes, susceptibles de se mouvoir sur une voie demi-circulaire, pour que le tir puisse être à volonté dirigé en avant, à droite ou à gauche, tandis que les canonniers demeurent abrités par le parapet. Cette disposition,

nommée *plate-forme à pivot*, est évidemment tout à fait impropre aux opérations de la guerre de campagne. Plus communément on élève derrière le parapet une large banquette de terre, appelée *barbette*, assez haute pour que, placé dessus, le canon arrase la crête. De courtes rampes y conduisent du terre-plein. On emploie beaucoup cette construction aux angles saillants, parce que de ces points le canon peut battre un champ latéral de tir beaucoup plus étendu. Malheureusement les canonniers manœuvrant à découvert, demeurent exposés au feu de l'assaillant. Les figures 12, 13 et 14 représentent le plan, la section suivant la capitale, et la perspective d'une barbette disposée pour une seule pièce.

Dans la seconde méthode, c'est-à-dire quand le canon tire *à travers* le parapet, les entailles pratiquées dans ce but se nomment *embrâsures*. On tient étroit le *col* de l'embrâsure, ou l'ouverture faite dans le talus intérieur du parapet, la portion de l'entaille dans laquelle s'engage le canon; puis l'entaille va s'évasant jusqu'à son ouverture extérieure, ou la *bouche* de l'embrâsure, pour assurer au tir un champ latéral d'une certaine étendue. La paroi inférieure, ou la *sole*, s'incline du col à la bouche, tout autant qu'il est nécessaire pour que la pièce puisse au besoin faire feu sous le plus grand angle de dépression admissible dans la pratique. Cette pente est ordinairement de 1 mètre sur 6, ou de 16° environ. Dans les batteries de campagne, généra-

lement établies au niveau ou au-dessous du sol naturel, il n'est pas nécessaire de tirer si bas, et l'inclinaison de la sole est habituellement de 1/2 pouce par pied ($0^m,04$ par 1^m). Dans les batteries à ricochet, où l'on exécute le tir à de grands angles au-dessous de l'horizon, la sole se relève de dedans en dehors. On nomme *merlon* la masse de parapet comprise entre deux embrâsures ; *seuil*, l'arête intérieure de la sole ; *joues*, les parois latérales de l'embrâsure. La portion du talus intérieur conservée au-dessous du seuil, se nomme en français *genouillère*.

Pour exécuter une embrâsure, tracez-en d'abord le profil (fig. 17). La hauteur de la bouche du canon au-dessus du sol détermine celle du seuil *a* ; prenez-la de trois pieds ($0^m,92$), et tirez *ab*, pour profiler la sole, sous l'inclinaison convenable, soit de 1 sur 9. En plan (fig. 15), tracez les positions *cd*, *ef* du seuil et de la bouche, déterminées par la ligne *ab* du profil. Tirez AB, la *ligne de feu*, perpendiculairement ou obliquement à la direction du parapet, suivant les cas. De chaque côté de cette ligne, et sur *cd* prenez un pied pour largeur du seuil ($0^m,30$) ; à 10 pieds du seuil ($3^m,05$), élevez une perpendiculaire sur la ligne de feu, et prenez 3 pieds ($0^m,92$) de chaque côté de cette perpendiculaire ; par les points ainsi déterminés, tirez les lignes *km*, *ln*, jusqu'à leur rencontre avec la ligne *ef*. La forme de la sole est alors déterminée. L'inclinaison des joues est de 1 pouce par

pied ($0^m,08$ par 1^m) au col de l'embrâsure; à la crête du talus extérieur, sa hauteur égale sa base.

Les pièces en embrâsures ne doivent pas être espacées de moins de 10 pieds ($2^m,75$) d'intervalle de centre en centre.

Les inconvénients des embrâsures sont : le champ étroit dans lequel elles resserrent le feu latéral des pièces qui les garnissent; leur forme évasée, agissant comme un entonnoir pour recevoir les projectiles de l'ennemi; l'affaiblissement du parapet par les entailles pratiquées dans sa masse, affaiblissement qui le rend susceptible d'une rapide destruction par l'artillerie ennemie, aussi bien que par l'ébranlement des décharges exécutées par les pièces des embrâsures. Les batteries de côte doivent toujours être à barbette, ou à plate-forme à pivot, car un champ latéral de tir trop restreint serait sans action contre des navires. Les pièces destinées à commander seulement un espace défini, limité, comme un fossé, un pont, la face d'un ouvrage voisin, peuvent être avantageusement placées en embrâsure.

Les fig. 18, 19, 20, 21 donnent les profils des diverses batteries en usage, et mettent en relief ce que l'on a dit plus haut de l'excavation intérieure ou extérieure. La figure 18 représente une *batterie enfoncée* : la totalité des terres qui forme le parapet, est prise dans l'espace intérieur; la pièce repose sur le fond même de la tranchée, et le terrain natnrel sert de sole à l'embrâsure. Dans la *batterie demi-enfon-*

cée de la figure 19, comme dans la figure 5, le massif se compose en partie de terres excavées intérieurement, et en partie de terres provenant d'un étroit fossé creusé en avant. La figure 20 représente une *batterie élevée* : toutes les terres proviennent du dehors, et les pièces reposent sur le sol naturel. La batterie de la figure 21 est un *cavalier* : la totalité des terres provient d'un fossé en avant, et les bouches à feu sont élevées sur le massif d'un rempart.

CHAPITRE II.

Principes du tracé. — Exposition des préceptes généraux. — Défilement

Parlons maintenant du *tracé*, ou de la figure suivant laquelle on dispose l'ensemble des lignes qui dessinent en plan les ouvrages de fortification.

Il est évident que sur un point quelconque d'une fortification, consistant en un mur de maçonnerie, soit en un massif de terre, le défenseur posté derrière un parapet, ne peut ni voir, ni parconséquent défendre la portion du terrain située au pied de ce parapet. Ainsi dans la figure 22, le défenseur du parapet, porté en ABC, ne peut voir aucun des points de l'espace DDD s'étendant au pied de l'ouvrage. Si l'ouvrage est tracé en ligne droite, ou suivant le contour d'un polygone ou d'une courbe convexe, comme dans la figure, la zone de terrain qui longe immédiatement toute l'étendue de l'enceinte, zone

qu'occupe le fossé quand il en existe un, n'est ni vue ni défendue du parapet; en sorte que l'assaillant, ayant une fois gagné le pied de l'escarpe, peut librement circuler tout autour, et établir sans danger à l'endroit le plus favorable, ses mines pour faire brèche au mur, ou ses échelles pour tenter l'escalade.

Ainsi : « Le 14 mai 1807, nous marchâmes sur la ville « fortifiée d'Irnne, à un mille de la frontière de France. « Comme les batteries de la place dirigeaient sur « nous un feu terrible, notre régiment s'élança en « avant, et gagna le pied des murailles, où tandis « que le canon de la place foudroyait par-dessus nos « têtes, nos forces établies à quelque distance, « nous demeurâmes en sûreté toute l'après-midi et la « nuit entière, prêts à nous précipiter à l'assaut aussi« tôt que la brèche serait ouverte. (*Autobiography of a Working Man*).

C'est encore ainsi qu'à l'attaque d'une grande redoute dont les fossés n'étaient pas vus du parapet, les Français à Toulon, en 1793, se précipitèrent par deux fois dans le fossé pour monter à l'assaut, s'y reformèrent sans être beaucoup inquiétés, et, revenant à la charge un troisième fois, réussirent à emporter l'ouvrage.

A l'attaque de la redoute de San-Fernando, à Lérida par l'armée d'Aragon commandée par Suchet, en 1810, les Français livrèrent plusieurs assauts sans pouvoir réussir à gravir complètement l'escarpe de l'ouvrage. Mais comme la garnison n'avait pas de

grenades, et que le fossé n'était pas vu du parapet, les assaillants demeuraient en sûreté au pied de l'escarpe, Aucun des deux partis ne pouvant déloger l'autre, on en vint à un armistice et à un arrangement dont le résultat fut que les Français purent effectuer leur retraite sans être inquiétés. *(Mémoires de Suchet* I. 128*)*.

Mais si l'on a brisé l'enceinte continue de l'ouvrage, de façon que par intervalles une ligne telle que BE, dans la figure 23, déborde, par une brusque saillie, de la direction générale AB, BC : de cette ligue, alors le défenseur pourra voir et battre tout le terrain qui s'étend en avant de AB; et des troupes qui s'avanceraient à l'attaque de cette dernière portion de l'enceinte, seraient prises de côté ou *en flanc* par le feu de la ligne BE. Aussi nomme-t-on *feu de flanc* le feu prenant ainsi l'ennemi de côté, feu le plus destructif auquel des troupes puissent être exposées. La ligne BE s'appelle un *flanc*, et l'on dit qu'elle *flanque* AB : la portion AB comprise entre deux flancs se nomme *courtine*. Supposons une enceinte fortifiée dont le contour polygonal présente ainsi vers chaque angle de semblables flancs en saillie, qui en surveillent tous les abords : les deux flancs qui se dressent à chaque angle, embrasseront entre eux une sorte de citadelle, ou de tour carrée, BEFG. Telle est, la tour carrée, que l'on peut voir à Édimbourg, dans la portion encore subsistante du rempart de la vieille ville, le long de la ruelle appelée Le Vennel.

Si l'ennemi tente l'attaque d'une courtine, représentée par FC (fig. 24), il ne peut avancer qu'en s'exposant constamment au feu du flanc AK, HC. Rejeté en arrière, il retourne à l'assaut, mais cette fois pour attaquer la tour, au lieu de la courtine. Du moment qu'il a gagné le pied GE de celle des faces de la tour qui regarde la campagne, il est hors de tout danger, et devient inattaquable en ce point, car il échappe aux vues de toutes les portions de l'enceinte. En ce point l'ancien chef de guerre établissait ses béliers, ses tours roulantes, du haut desquelles il abordait les remparts, comme un vaisseau de guerre en aborde un autre; en ce point, le guerrier moderne creuserait ses galeries de mine, ou planterait ses échelles d'escalade. Et ce fait des tours se présentant comme la partie la plus vulnérable de l'enceinte, s'accorde avec ce que l'on sait des soins spéciaux que l'on prenait, dans l'antiquité, pour accroître leur résistance militaire. Comme elles étaient les vrais points d'attaque, on les éleva beaucoup plus haut que les murs des courtines, pour les rendre moins accessibles. Ainsi Diodore, qui assigne aux murs de Ninive une hauteur de 100 pieds, ajoute que les tours en avaient 200. On les couronna généralement de balcons en ressaut, et soutenus au moyen d'arceaux ou de corbeaux placés de distance en distance, et dans lesquels étaient pratiqués des ouvertures nommées, dans le moyen âge, *machicoulis* ou *assommoirs*, et servant à faire pleu-

voir verticalement des projectiles de toutes sortes sur la tête des assiégeants.

Imaginons que la face extérieure GE de notre tour carrée se brise en deux parties, formant un angle saillant GPE (fig. 25). Le cas change dès-lors : les abords de l'angle P ne se dérobent plus aux feux de parapet; les deux flancs AK, CH, le battent complètement.

Modifiées par l'expérience, ces tours angulaires, en ressaut sur l'enceinte, constituent, sous le nom de *bastions*, la plus importante base de la fortification moderne (1). (fig. 25) BE, FG sont le *flanc* du bastion; GP, PE en sont les *faces;* GPE en est l'*angle flanqué*, PGF l'*angle d'épaule*, EBA l'*angle de flanc*. Deux bastions voisins, se défendant mutuel-

---

(1) Bien que cette déduction pas à pas des formes extérieures du *bastion*, soit peut-être le plus clair moyen d'en mettre en évidence la *rationnalité* aux yeux d'un débutant, il n'existe cependant aucune autorité historique qui établisse nettement cette transition graduelle. L'idée du bastion naquit probablement de la forme naturellement revêtue par une tour carrée s'élevant à l'angle d'un mur de ville. Ainsi les tours établies (fig. 116) aux angles du rempart Maure de Tarifa, ressemblent, à peu de chose près, aux bastions à angles droits d'Erard, (*Voyez* encore la note 1.)

lement, sont dits *collatéraux;* AKQ, CHR sont les collatéraux de FGBEB. Les faces qui se regardent dans deux bastions collatéraux, telles que PE, KQ, dissipent un feu croisé sur le terrain s'étendant en avant d'elles ; chacune, en quelque sorte, flanque les approches de l'angle saillant formé par sa voisine, et est elle-même flanquée par le flanc du bastion collatéral. FB est la *gorge* du bastion, AM la *demi-gorge.* L'ensemble de deux bastions collatéraux, et de la courtine annexée, comme PEBHKQ, se nomme un *front de fortification.* Les lignes PEA, QKB, parallèlement auxquelles doit se diriger le feu des flancs dans la défense des faces, se nomment *lignes de défense;* et les angles EAK, KBE, *angles de défense.*

Voici les préceptes qui servent de base générale à la fortification moderne :

1° Dans un système complet de bastions et de courtines, ou dans les combinaisons flanquantes d'un tracé plus simple, usitées dans la fortification de campagne, les *angles de défense ne doivent jamais être moindres qu'un angle droit.* Instinctivement, en effet, la plupart des hommes tirent droit devant eux ; les troupes dont l'instruction n'a pu recevoir tous les soins désirables, et, la nuit, la totalité des défenseurs, tirent infailliblement ainsi ; c'est pourquoi l'angle de défense qui peut être, au besoin, plus ouvert qu'un angle droit, ne doit jamais être aigu, pour ne point exposer les défenseurs des flancs

à faire feu, la nuit, sur leurs propres amis postés dans le bastion voisin.

C'est une maxime élémentaire, en fait de guerre, de présenter toujours son front à l'ennemi. Cependant, quand l'on coordonne des lignes de fortification, en sorte que l'une flanque le pied ou les approches de l'autre, on viole nécessairement cette règle fondamentale sur une ligne ou deux, en présentant à l'ennemi le flanc des troupes ou des batteries, et les exposant au feu qui battrait la ligne de la tête à la queue. C'est ce qu'on nomme un *feu d'enfilade*. Il ne faut pas s'imaginer que les parapets voisins protégent contre l'enfilade une ligne d'ouvrages; par exemple (fig. 25), que les parapets PG, PE protégent les parapets GF, EB, et se protégent mutuellement contre l'enfilade. À la vérité, dans les circonstances ordinaires, ils les dérobent aux vues de l'assaillant; ils ne les abritent point des atteintes de son artillerie. Des bouches à feu soigneusement embusquées sur les prolongements des lignes principales, tirées à petites charges et sous de faibles angles (de 6° à 9°), peuvent lancer leurs projectiles avec assez de justesse pour raser le parapet, bouleverser tout le rempart en arrière, porter la destruction parmi les troupes et l'artillerie qui l'occupent. On nomme ce genre de tir, *enfilade par ricochet*.

« En inspectant les défenses (à Saint-Sébastien), « dit Jones, l'on trouva que le terrible feu d'enfilade

« dirigé sur la courtine haute, bien que n'ayant « duré que vingt minutes seulement, avait dé- « monté un canon sur deux. La plupart des bou- « ches à feu avaient leur volée fracassée, et les ar- « tilleurs mutilés à leurs postes. Les parapets en « pierre étaient considérablement endommagés, les « joues des embrâsures renversées de fond en com- « ble, le terre-plein en quelque sorte haché, et « jonché d'épais monceaux de corps sans tête. Tout « le terrain qui avait subi l'effet de la canonnade, « présentait, en un mot, une scène de destruction, « de dévastation et de ruine. » (Jones's, *Sieges*, Vol. II).

2° Des considérations précédentes découle le précepte suivant : Les *principales lignes des ouvrages défensifs doivent être, autant qu'on le peut, dirigées de telle sorte qu'il soit impossible de les enfiler.* On atteint complètement ou partiellement ce but, quand les prolongements des lignes peuvent aller se perdre dans des marais, plonger dans des vallons beaucoup plus bas que le niveau des ouvrages, ou butter contre des barres rocheuses qui se prêteraient difficilement à l'établissement des batteries.

3° Il suffit de poser le troisième précepte : *La distance des flancs à l'angle saillant qu'ils défendent, ne doit pas être inférieure à la bonne portée des armes, pour que le feu des flancs puisse frapper efficacement l'ennemi, avant que celui ci n'ait pu atteindre l'angle saillant.*

La distance que la garnison doit franchir pour transporter la résistance d'un point à l'autre de l'enceinte, doit être moindre que celle qu'il faut que l'assaillant parcourt pour changer son point d'attaque. S'il en était autrement, chaque portion d'un ouvrage assiégé devrait être constamment armée comme pour les conjonctures les plus critiques ; état de chose opposé à la définition de la fortification, qui est l'art, avons-nous dit, d'économiser la force dans la guerre ; également opposé à la troisième des conditions essentielles auxquelles la fortification doit satisfaire, et que nous avons désignée par ces mots : l'avantage de la position. De là le précepte :

4° Le *contour général de l'enceinte fortifiée doit tourner sa convexité vers l'ennemi*. Ainsi, quand le théâtre du combat se déplace, l'assaillant, pour s'y transporter, doit cheminer sur un arc de courbe, dont le défenseur n'a seulement qu'à parcourir la corde.

Il est encore très-important qu'un système d'ouvrages défensifs n'offre pas sur tous les points une égale résistance ; et en verité, il est presque dans la nature des choses que cela soit ainsi. Aucun ouvrage peut-être n'est imprenable sur tous les points : c'est ainsi que dans chaque forteresse il existe certaines parties plus faibles, que l'ennemi remarque, et parmi lesquelles il en choisit une ou deux pour y diriger ses attaques. Il est à désirer que ces points faibles existent, mais en petit nombre, pour que sa-

chant ou prévoir l'attaque, la défense puisse disposer en conséquence ses principaux moyens d'action. En règle générale, les saillants sont les points les plus faibles : s'avançant en pointe vers l'ennemi, ils semblent appeler ses attaques dénués de défense directe, leur sûreté dépend du feu des parapets plus ou moins éloignés; et de toutes les parties de l'enceinte ce sont les plus éloignés des flancs. D'où résulte cet autre précepte :

5°. *Les saillants doivent être peu nombreux et biens prononcés*. Ce précepte et le précédent, n'ayant aucun rapport avec la portée efficace des armes, à laquelle se rattache les trois premiers, sont applicables à tous les systèmes défensifs : aux opérations d'armées, à la distribution d'une série de forteresses sur une frontière, aussi bien qu'au tracé d'ouvrages de campagne pour la défense d'une position spéciale.

Le système de la fortification bastionnée a plusieurs défauts qui lui sont propres. Le premier, déjà signalé, est d'exposer les flancs à l'enfilade. Le second est que la sécurité du système entier dépend de l'énergie et de la vigilance simultanément développées aux courtines, aux flancs et aux faces : or cette dépendance des trois éléments du système est loin d'être satisfaisante (1). Il ne suffit pas, en effet, d'a-

(1) « Je donnai à mes hommes le signal de la retraite, et

voir sur les remparts des troupes d'une habileté presque consommée : il faut encore qu'elles aient confiance les unes dans les autres ; et cette confiance seule peut efficacement mener à bien un système de défense qui exige que chacun, au moment du danger, s'oublie lui-même, pour ne voir que son voisin à protéger. L'on a déjà fait remarquer cette dépendance mutuelle des éléments de la fortification flanquante, comme l'une des causes de la faiblesse des saillants : plus le saillant est aigu, et plus s'agrandit l'espace que le feu des flancs doit protéger, et dont la défense tombe, du moment que les flancs font défaut. L'on a également signalé l'incertitude de la défense oblique au parapet (précepte 1[er]) : il en résulte que l'on peut considérer comme uniquement protégé par le feu des flancs, l'espace angulaire qui s'étend en avant des saillants, et que comprennent deux perpendiculaires élevées par ce point sur les deux faces contigues. Ainsi (fig. 32), soit S, T deux saillants, ayant le premier 45° d'ouverture, le second 90°. Élevez S*a*, S*b*, T*a*', T*b*' perpendiculairement aux fa-

« leur fis emporter leurs échelles demeurées intactes, ce qui « s'accompit sans grand dommage pour nous, parce que l'en- « nemi, diverti par de fausses alarmes, n'eut pas l'idée de nous « prendre en flanc. » (*Commentaries of sir Francis Were*, p. 14.)

res. Comme la somme des angles rayonnant autour d'un même point, est de 360° l'on a, dans un cas un espace angulaire de 135° dépourvu des feux directs du parapet : $asb = 360° — (90° + 45° + 90°) = 135°$; dans l'autre cas, le secteur privé de feux directs est seulement de 90° : $aTb' = 360 — (90° \times 3) = 90°$.

Ce résultat met en lumière une des raisons qui ne permettent pas de faire les saillants trop aigus. Une autre raison est que l'on retrécirait ainsi par trop l'espace intérieur réservé au mouvement et au bivouaquement des troupes et de l'artillerie. Une troisième raison est le peu de consistance qu'offriraient des massifs de terre s'allongeant en pointes très-étroites, défaut grave qui les rendrait passibles non-seulement d'une prompte destruction par le boulet ennemi, mais encore d'une ruine rapide par les intempéries des saisons. Le précepte suivant est établi par l'expérience :

6° *Aucun saillant ne doit avoir moins de 60° d'ouverture* (1). Pour assurer la première des trois

(1) Dans les plans ordinaires d'Anvers, une lunette construite par Carnot, et portant son nom, a un saillant dont l'ouverture ne semble pas excéder 45°. Pour violer ainsi un principe *généralement* admis et pratiqué, l'éminent ingénieur trouva sans doute des motifs suffisants dans les besoins de la circonstance, bien que ces motifs ne ressortent pas très-clairement de l'inspection des plans ordinaires de la ville.

conditions essentielles de la fortification, le *couvert*, il importe que non-seulement la portion du terrain qui longe immédiatement le talus intérieur du parapet, mais encore que la totalité de l'espace qu'enveloppe l'ouvrage, se dérobe aux vues d'un assaillant posté en un point quelconque de la campagne, dans le rayon de la bonne portée des armes. C'est pourquoi, s'il existe déjà des ouvrages, ou qu'il soit nécessaire d'en construire sur des sites dominés par les terrains avoisinants, il faut absolument remédier à cet inconvénient majeur de la position, en augmentant la hauteur du parapet de l'enceinte ; en élevant dans son intérienr des masques de terre ; en évitant soigneusement que les faces ne soient pas dans la direction de leur longueur, circonstance éminemment favorable ou tir d'enfilade... etc... L'ensemble et la coordination de ces dispositions diverses constitue l'art du *défilement*. Quand on est maître du choix de la position, il faut naturellement établir les ouvrages sur des emplacements où ils ne soient point commandés, et qui n'exigent point, pour être *défilés*, l'emploi de dispositions laborieuses, toujours entachées d'inconvénients, et souvent quoiqu'on fasse, très-imparfaites dans leur résultat.

Il est encore évident que la troisième condition essentielle de la fortification, l'*inaccessibilité*, fera complétement défaut, si quelque abri naturel ou artificiel prête à l'assaillant sa protection, dans le rayon de la portée des ouvrages. Ainsi le pourtour d'un ou-

vrage élevé sur une hauteur, doit suivre pas à pas tous les moindres contours de la crête, en sorte qu'autant que possible toute l'étendue des pentes soit soumise au feu des parapets. Il y a des exceptions sans doute à cette règle. Quand, par exemple, une montagne bien que très-rapide, son inclinaison générale dépassant 40°, n'est pas néanmoins inaccessible, il sera bien de ménager sur le plateau qui la termine, un espace considérable entre l'enceinte fortifiée et la naissance des pentes (fig. 55). Dans la pratique, en effet, un feu bien nourri de mousqueterie ne peut se soutenir longtemps sous une dépression aussi considérable, l'escarpement ne serait donc pas efficacement défendu; et comme il est accessible, des ouvrages élevés trop près du pourtour de la crête courraient grand risque d'être emportés par un *coup de main*. Cependant si, dans un cas semblable, les courbes sinueuses du contour horizontal de la montagne permettaient d'échanger un feu de flanquement entre certains points situés vers le sommet des pentes, on pourrait élever sur ce ce point des épaulements (tel que *aaa*), pour mettre à couvert les avant-postes chargés de la surveillance extérieure.

Tous les bâtiments, clôtures, arbres, broussailles, etc., doivent être abattus dans le rayon de la sphère d'activité des ouvrages, à moins que la défense n'en tire avantageusement parti. Il faut même, si l'on a le temps, niveler les petites inégalités du terrain, qui

seraient susceptibles de mettre à couvert un ennemi. Dans un système de plusieurs ouvrages, les lignes extérieures, susceptibles d'être emportées les premières (comme *aaa*, *b*, fig. 33), doivent être commandées par celles du dedans, et tellement coordonnées que ni leurs parapets, ni leurs fossés ne puissent procurer à l'ennemi qui s'en serait rendu maître, un abri sûr contre le feu des ouvrages intérieurs.

De ces considérations l'on peut conclure un autre précepte général, relatif aux deux points que l'on vient de toucher :

VII° *Un ouvrage défensif doit, autant que possible, voir chaque point du terrain qui l'environne, dans le rayon de la bonne portée de son feu, mais ne doit point en être vu.*

Le choix des hauteurs, comme sites d'ouvrages défensifs, est extrêmement avantageux, en ce que les hauteurs, garantissant plus aisément les conditions de *couvert* et d'*inaccessibilité*, servent en outre d'observatoires qui commandent les alentours, ce qui est surtout précieux dans un pays couvert de broussailles et coupé par des ravins (1). Il serait

(1) « Je fis occuper par les troupes de Nuwab, sur la droite de « notre ligne, quelques positions élevées, qui non-seulement « les mirent à couvert ; mais encore permirent à leur artillerie « de diriger un feu plongeant dans la plaine : ce qui n'était pas

toutefois erronné d'accorder une confiance absolue à l'opinion populaire qui attribue vaguement aux ouvrages dominants une plus grande valeur pour la défense active.

« Au siége de Toulon,... Cartaux, un matin.....
« mande le commandant de l'artillerie (N. Bonaparte),
« pour lui dire qu'il vient de découvrir une position
« d'où une batterie de dix à douze pièces doit infailli-
« blement procurer Toulon sous peu de jours; c'était
« un petit tertre d'où l'on pouvait battre, prouvait-il,
« trois ou quatre forts et une portion de la ville. Il
« s'emporta sur le refus du commandant de l'artil-
« lerie, qui lui fit observer que si la batterie battait
« tous les points, elle en était battue; que les douze
« pièces auraient affaire à cent cinquante; qu'une
« simple soustraction devait lui suffire pour lui faire
« connaître son désavantage. » (*Las Cases*, septembre 1815.) Le tir dirigé d'une hauteur dans la plaine au-dessous, et que l'on nomme *tir plongeant*, est bien loin d'être aussi destructif que celui qui va balayant la surface du sol, durant toute l'étendue de son parcours, et qui souvent, par cette cause, après

---

« d'une médiocre importance, dans un pays couvert de brous-
« sailles, derrière lesquelles on voyait à peine l'ennemi. »
(*Lieut. Lake's Report of the Battle With Moolraj*, July, I, 1848.)

avoir touché la terre une première fois, rebondit et ricoche pendant plusieurs centaines de yards. La nuit, les effets du tir plongeant sont des plus incertains (1).

Les règles que l'on vient d'exposer constituent les principes les plus généraux qui doivent guider l'ingénieur dans la conception des ouvrages de fortification. Souvent on ne pourra pas les suivre toutes; souvent l'observation de l'une entraînera la violation de l'autre; souvent encore il faudra sacrifier un peu de toutes à la fois. En fortification, comme dans tous les genres de travaux qu'embrasse l'art varié de l'ingénieur, l'on est constamment appelé à chercher la combinaison heureuse entre des défauts opposés. Un fossé profond est un obstacle formidable ; trop profond, il échappe aux vues des remparts, et la construction laborieuse des flancs ne sert plus à rien. Une escarpe élevée défie en quelque sorte l'escalade ; trop élevée, la maçonnerie se découvre aux vues lointaines; susceptible dès-lors d'être battue en brè-

(1) « Il avait toujours observé que des bouches à feu perchées, comme des goëlands, sur la cîme d'un rocher, étonnaient plus par leur bruit, qu'elles n'effrayaient par les dégats ou les dommages qu'elles occasionnaient. » (*Sir Dugald Dalgetty*).

che à distance, elle risque d'exposer l'intérieur des ouvrages dès le début même des attaques, en entraînant le parapet dans sa chûte. Un système puissant et bien combiné d'ouvrages extérieurs crée à l'assaillant de sérieux obstacles, en balayant tous les cheminements qu'il dirige sur les bastions, et en l'empêchant absolument d'avancer, tant qu'il ne les a pas tous emportés les uns après les autres. Et cependant, trop grands, trop nombreux, ou trop éloignés de l'enceinte principale, ils en épuisent la garnison par les détachements d'hommes qu'ils exigent pour défense propre, et il devient plus difficile de communiquer avec eux durant le siége. Un fossé plein d'eau est peut-être le plus rude obstacle que l'assiégeant ait à franchir; mais, d'autre part, il rend fort incommodes les communications du corps de la place avec les ouvrages extérieurs, après que les ponts ont été quelque temps exposés au feu des projectiles pleins et creux; et c'est vraiment un triste encouragement pour les défenseurs d'un ouvrage avancé, qui doit fatalement tomber d'un moment à l'autre, de savoir qu'en temps opportun, deux brasses d'eau leur coupent la retraite.

NOTE SUR LE DÉFILEMENT.

On a défini le commandement d'un ouvrage sur un autre : la différence de leurs hauteurs respectives au-dessus du *plan de site*. Il n'est pas nécessaire que le plan de site soit horizontal ; et le commandement relatif de deux ouvrages, peut être le même, qu'ils soient tous deux au même niveau, ou qu'il n'y soient pas, pourvu qu'ils soient tous les deux établis sur le même plan de site.

Pour nous faire mieux comprendre, imaginons (fig. 26) que l'on ait placé sur une table horizontale le modèle réduit d'un ouvrage de campagne, W, et que son commandement soit tel qu'en élevant notre œil E précisément de six pouces au-dessus de la table, notre œil soit au niveau de la crête du parapet. Il est évident que l'œil, dans cette position, ne verra aucun point de l'espace intérieur de l'ouvrage. Soulevons légèrement un des côtés de la table, le côté placé vers l'œil, par rapport au modèle, et supposons que l'œil conserve, dans ce mouvement, sa position relative, c'est-à-dire une distance de six pouces au plan de la table. (fig. 27). L'œil est sans doute alors plus élevé que le modèle : mais a-

t-il acquis un commandement sur lui? Nullement : bien que plus élevé, il n'en verra cependant aucun des points intérieurs. Au lieu d'un simple modèle placé sur une table, imaginons en W un ouvrage de campagne en grandeur naturelle, placé sur les pentes d'une hauteur ; en E, la position d'un ennemi sur la portion supérieure des pentes : le commandement relatif et l'avantage de la position sont exactement ce qu'ils seraient sur le plan horizontal.

Il est vrai que si l'énergie balistique de l'ennemi, établi en E, se dépensait en roulant du sommet des pentes, d'énormes pierres arrondies qui viendraient choquer, en bondissant, l'ouvrage placé au-dessous, la force de la gravité lui donnerait un avantage. Il n'en est plus ainsi dans le tir des armes à feu : dans les limites ordinaires des portées, la différence des effets produits par le tir de haut en bas et le tir de bas en haut, est à peine appréciable.

Si l'ouvrage W conserve sa position horizontale, tandis que celle E de l'ennemi s'élève, (fig. 28). il est clair que ce dernier verra l'intérieur des faces établies en arrière de celles qui le regardent. Mais, sans toucher à la base de l'ouvrage, élevons ses parapets jusqu'à ce que leur crête arrase le plan imaginaire allant du point E à l'extrémité la plus en arrière de cette crête (fig. 29). L'ouvrage est alors entièrement soustrait aux vues de l'ennemi : il est *défilé* de la hauteur menaçante.

En élevant le parapet vers la position dominante

E, l'on élève nécessairement la banquette avec lui. On tombe ainsi dans cet inconvénient, que les défenseurs de la banquette sont vus de tous les points situés en arrière de l'ouvrage, au-delà de l'intersection du plan du site par le plan incliné des nouvelles crêtes. Si cette intersection est en deçà de la bonne portée des armes de l'ouvrage, il faut défiler également ce dernier de cette portion menaçante du terrain; ce que l'on fait, en choisissant dans cette région de la campagne un point F″ situé au-delà de la portée efficace du tir, et en élevant tout le parapet à la fois, jusqu'à ce que ses crêtes soient dans le plan mené par les points E et F″ (fig. 30).

Cette méthode, dans le cas où le commandement du point E serait considérable, pourrait étrangement embarrasser, en assignant à des massifs de terre une élévation considérable. Il devient dès-lors nécessaire d'effectuer les deux défilements, indépendamment l'un de l'autre, par l'interposition d'une traverse ou d'un masque de terre coupant l'ouvrage en deux parties, et empêchant le parapet qui fait face aux hauteurs, d'être pris à revers par la plaine, et le parapet qui regarde la plaine, d'être pris à revers par les hauteurs. (fig. 31).

Le même principe s'appliquerait au cas où l'on devrait défiler l'ouvrage de deux positions dominantes établies en E et en F.

Si l'ouvrage W est une lunette, ou quelque autre ouvrage ouvert à la gorge, on doit supposer que sa

résistance a son point d'appui dans les hauteurs situées en arrière ; il n'y a donc lieu, en conséquence, qu'à le défiler des hauteurs en avant.

Quand un ouvrage ouvert à la gorge est commandé par deux positions dominantes, qui ne sont pas vues du site de l'ouvrage sous le même angle d'élévation, il faudra défiler chaque moitié de l'ouvrage de la hauteur dont elle est voisine, et la protéger des vues de l'autre hauteur par un système de traverses perpendiculaires à ses faces, ou bien se déployant suivant le prolongement intérieur de la capitale du saillant principal.

Quand un ouvrage est entouré d'un plus grand nombre de positions dominantes, le défilement devient pénible, et ne peut plus être que le médiocre palliatif d'un emplacement défectueux. Au grand nombre de traverses encombrantes, auxquelles en pareil cas il faudrait recourir, on pourrait substituer avantageusement quelquefois, un retranchement intérieur, dont le tracé continu doublerait le contour général de l'enceinte extérieure.

Il n'entre pas dans le plan de ce livre d'approfondir ce sujet plus avant. On en a dit peut-être assez pour donner au lecteur une idée nette, définie, de l'objet et des méthodes de l'art du défilement. Pour plus de simplicité, nous avons considéré le plan de défilement comme tangent à la position dangereuse qui domine l'ouvrage. Strictement parlant, il eut fallu le considérer comme passant au-dessus du point menaçant, d'une hauteur égale

à l'élévation au dessus du sol des bouches à feu en batterie, ou des fantassins en joue, ou d'un parapet complet, suivant les cas. Quand on n'a seulement à redouter que les atteintes de la mousqueterie, on ne doit point s'inquiéter des hauteurs éloignées de plus de 350 yards de distance (320^{m}). Contre le feu de l'artillerie on doit habituellement se défiler jusqu'à la limite de 1200 yards (1100^{m}).

CHAPITRE III.

Obstacles, matériaux et autres accessoires de la fortification.

OBSTACLES.

1° *Abatis.* — Un abatis est une barrière formée d'arbres coupés et garnis de leurs branches, que l'on tourne vers l'ennemi les bouts des branches en avant. Si les troncs sont gros, les branches bien aiguisées et entrelacées, il constitue un obstacle réellement formidable. Quand on a des arbres d'un faible diamètre, il faut les relier ensemble, et les arrêter sur le sol par de forts piquets.

Les abatis se placent quelquefois tout autour des ouvrages, quelquefois seulement aux saillants, ou à la gorge d'ouvrages n'ayant pas de parapet à leur arrière. (fig. 34, 35). On peut les disposer couchés au pied du glacis, ou tout autour du fossé, ou les

adosser debout contre la contrescarpe. Comme tous les obstacles de ce genre, ils doivent être à portée du feu de l'ouvrage, afin que l'assaillant embarrassé dans leurs entraves, demeure complétement exposé aux coups des défenseurs. Quand les abatis sont exposés au feu de l'artillerie ennemie, il convient de les couvrir par un glacis (fig. 34). « De gros arbres « dont on coupe à demi les troncs, forment des obs- « tacles insurmontables. C'est ce que l'on nomme « un *empêtrement (ou étranglement) (Aide-mé- « moire)* (fig. 36). » Les sapins donnent de mauvais abatis, à cause de la fragilité et de la forme de leurs branchages.

2° *Palissades.* — Barrière de pieux d'un gros échantillon, que l'on doit prendre assez forte, et planter assez solidement, pour qu'ils constituent un sérieux obstacle. On peut, à cet effet, se servir de souches raboteuses, de jeunes arbres, ou d'énormes troncs fendus en trois ou quatre pièces. Quand les palissades sont exécutées à loisir par des charpentiers, on leur donne une section triangulaire de sept à neuf pouces de côté ($0^{m},18$ à $0^{m},23$) ; elles s'élèvent de 9 pieds ($2^{m},74$) au-dessus du sol, et ne doivent pas laisser entre elles plus de cinq à six pouces d'intervalle ($0^{m},13$ à $0^{m},15$). Elles doivent être enterrées de trois à quatre pieds ($0^{m},91$ à $1^{m},22$), et reliées, à leur sortie du sol, par un fort linteau en bois, placé du côté des défenseurs ; un linteau plus léger ou tirant

les réunit également au-dessous de leur partie supérieure, qui est taillée en pointe (fig. 34,35,37).

L'emplacement ordinaire des palissades est dans le fossé, tout contre la contrescarpe. Elles barreut ainsi le chemin à tout ennemi qui s'apprêterait à sauter dans le fossé, et sont en même temps parfaitement dérobées aux coups de son artillerie. Cependant, « dans la dernière campagne (de la guerre de « la Péninsule), les palissades des redoutes élevées » sur la montagne de la Couronne, dans les Pyré- « nées, où le bois était abondant et ne coûtait « rien, furent faites de troncs d'arbres plantés un peu « en avant du pied de l'escarpe, et valurent pres- « qu'un revêtement en maçonnerie. » *(Sir John Jones)*. Peut-être devrait-on nommer cette disposition une *stockade*, plutôt qu'une *palissade* (fig. 35).

Quelquefois les palissades sont fixées dans une position inclinée ou presque horizontale, en haut des talus d'escarpe ou de contrescarpe : elles prennent alors le nom de *fraises*. Leur emplacement le plus convenable est à deux pieds environ (0 ,61) au-dessous de la crête de la contrescarpe (fig. 37). « Elles « sont alors peu susceptibles d'être endommagées par « le feu des canons et des obusiers de l'assiégeant, « et l'obligation de les couper à la hâche est, pour « ce dernier, extrêmement pénible, sans compter « que les hommes employés à ce travail sont expo- « sés au feu du parapet de l'ouvrage. » *(Sir J. Jones)*. En haut de l'escarpe, elles peuvent être plus

aisément détruites, n'étant pas défendues du parapet, à moins que le fossé ne soit flanqué ; tombées au pouvoir de l'assaillant, elles lui prêtent alors leur aide, pour escalader le talus extérieur.

Quand le palissadement n'est pas simplement un accessoire de la défense, mais constitue lui-même la principale défense d'un poste, l'ouvrage prend généralement le nom de *stockade*. Dans ce cas, les corps d'arbres sont habituellement placés jointivement, et l'on y entaille des meurtrières et des embrâsures pour la mousqueterie et l'artillerie. La terre du fossé, quand il en existe un, peut être relevée en dehors des corps d'arbres, de manière à former un parapet de la hauteur des meurtrières. Ou bien, au lieu d'entailler les meurtrières dans le bois, on peut planter les corps d'arbres dont la stockade est formée, à quelques pouces d'intervalle et remplir les vides par de plus petits arbres, ou rondins, jusqu'à la hauteur des créneaux. Dans les campagnes contre les Birmans, en 1825-1826, on eut si fréquemment recours à des ouvrages de ce genre, qu'on pût considérer la guerre comme étant principalement une guerre de stockades (1). Les *pahs*, ou stockades de Nouvelle-Zélande, sont généralement établis sur des points pé-

(1) Voyez NOTE B : *Stockades des Birmans.*

péninsulaires élevés, de manière à être inattaquables sur trois côtés, excepté par surprise. Le quatrième côté est défendu par un fossé profond, couronné par une palissade de gros arbres espacés de sept ou huit pieds (2m,13 à 2m,44), et dont les intervalles sont remplis par des piquets ou perches, de huit à dix pieds de haut (2m,44 à 3m,05), fortement reliés ensemble et aux corps d'arbres de la palissade. Dans quelques-unes, les plus gros arbres sont presque jointifs, un clayonnage épais et serré les entoure extérieurement. Cette disposition est assez solide pour résister à la mousqueterie Les créneaux s'ouvrent au niveau du sol, et de profondes tranchées creusées dans l'intérieur de la stockade mettent les défenseurs à couvert. L'espace intérieur de l'ouvrage est divisé, dans tous les sens par des palissades et des excavations. Une forte palissade flanque fréquemment les fossés

Les *palanques* des Turcs, sur la frontière de Hongrie, sont des espèces de camps retranchés permanents, attachés à des forteresses, et dont les remparts sont revêtus d'énormes poutres dépassant de 7 à 8 pieds (2m,13, à 2m,44) les terres du parapet, de manière à former au-dessus une forte palissade.

Une petite stockade en forme de V s'emploie fréquemment dans la défense d'édifices ou de villages, pour donner des feux flanquants de mousqueterie, ou pour couvrir les débouchés d'une route, d'un pont, etc.. .. C'est ce que l'on nomme un *tambour*.

3° *Chevaux de frise.* — Un cheval de frise consiste en une forte pièce de bois cylindrique ou prismatique, nommée *arbre*, percée de part en part de trous alternatifs, et armée de longs piquets ou lances de frêne ou d'autres bois solide, fixé dans les trous vers la moitié de leur longueur, de façon que l'arbre présente au moins quatre pointes rayonnant en dehors. Les lances doivent être assez rapprochées pour qu'un homme ne puisse point passer dans leur intervalle. On a récemment introduit dans le service l'usage de chevaux de frise en fer, dont l'arbre et les lances sont creux : pour le transports, les plus petits tubes s'emballent dans l'arbre, et quand on s'en sert contre l'ennemi, l'on arme leurs extrémités de fers de lances (*Aide-mémoire*).

On place quelquefois les chevaux de frise dans le fossé, ou à la gorge des ouvrages ouverts. Les abatis, quand on peut trouver des arbres d'un échantillon et d'une espèce convenables, sont d'un meilleur usage contre l'ennemi ; mais tel arbre qui ne donnerait que de mauvais abatis, peut donner de bons chevaux de frise ou de solides palissades.

Un rang de chevaux de frises faits de lames d'épées bien trempées, fut placé par les Français au sommet de la brêche de Badajoz, et devint un obstacle que tous les efforts des assiégeants ne purent ni repousser ni surmonter.

Lorsqu'on se sert du cheval de frise comme de barrière, pour fermer l'ouverture d'un ouvrage de cam-

pagne, une de ses extrémités tourne sur un pivot, l'autre traverse le moyeu d'une petite roue. D'autres fermetures de formes variées sont également employées comme barrières dans de semblables cas.

4° *Trous de loup.* — Espèces de piéges en forme de puits, qui, longeant le pied du glacis, constituent ordinairement une bonne défense accessoire. Ils ont la forme d'un entonnoir; au centre de chacun, et dans leurs intervalles, l'on frappe en terre des piquets aiguisés par le haut. Leur profondeur, quand elle dépasse 2 pieds à 2 pieds 6 pouces ($0^m,61$ à $0^m,76$), doit être au moins de 7 à 8 pieds ($2^m,13$ à $2^m,44$), afin de ne pas fournir aux tirailleurs ennemis un abri avantageux. Les terres provenant de leur excavation peuvent être éparpillées dans les entre-deux des fronts, ou accumulées en glacis avancés servant à les cacher (fig. 37).

5° *Piquets.* — Petits pieux de diverses dimensions, fortement enfoncés en terre à quelques pouces l'un de l'autre, aiguisés à leur partie supérieure, dépassant le terrain de 9 à 30 pouces ($0^m,23$ à $0^m,76$), et très-avantageux pour mettre en désordre des troupes assaillantes. Chez les Birmans, on place quelquefois, en avant des stockades, des piquets de bambous aiguisés et durcis au feu, dont les pointes occasionnent de graves blessures, entraînant parfois la perte de membres perforés. *(Major straith's fortification).*

Ces piéges à quatre pointes, appelés *calthrops* ou

chausse-trappes, dont Bruce, dit-on, se servit pour couvrir ses flancs à Bannockburn, ont aussi leur place marquée parmi les attirails de l'ingénieur en campagne. Le talus de l'ouvrage de campagne qui porte le nom de *rempart turk*, à Aden, sont ordinairement jonchés de débris de verre, obstacle qu'on ne doit pas dédaigner.

On emploie, dans le même but, des *herses* dont le châssis est enterré, et dont les clous dépassent le sol; ou, si le terrain est couvert de broussailles, l'on peut tailler les gros rameaux des souches à différentes longueurs, en aiguiser les pointes, et joncher les espaces découverts qui les séparent, de piquets et de clous de herses. Dans les ouvrages d'un caractère assez permanent pour exiger une ou deux années à leur construction, on peut à cet effet, planter le glacis de broussailles, que l'on taille en temps opportun, quand on prévoit une attaque. Non-seulement leurs souches aiguisées sont un obstacle à la marche des troupes assiégeantes, mais leurs racines ajoutent efficacement à la difficulté que ces troupes éprouvent à creuser leurs cheminements dans le sol. L'on a fréquemment employé des haies vives dans la défense des places hollandaises. « Le fossé fut garni, « tout le long du bord de l'eau, d'une double haie de « buissons, pour mettre les remparts à l'abri d'un « assaut tenté par des assaillants se jettant à l'im- « proviste à la nage. » *(Lithgow's experimental discourse*, etc., *of the last siege of Breda*, 1637*)*. Les

climats tropicaux abondent en plantes épineuses, capables de former les barrières les plus formidables, telles que les diverses espèces de cactus ou d'euphorbe (1). On a suggéré plusieurs fois l'idée de planter tous les talus des ouvrages permanents, d'arbres de haute futaie (2). Un rang d'arbres ainsi adossés au talus intérieur sur tout le développement

---

(1) « On avait élevé une grande redoute sur les hauteurs sa-« blonneuses qui s'étendent entre le fort Puntalès et la ville de « Cadix. Par suite de la nature mouvante du sable, il était im-« possible de rien conserver qui ressemblait à un fossé. On tira « un parti avantageux, à cet effet, de plusieurs buissons d'aloès : « on transplanta soigneusement ces arbustes dans le fossé, où, « placés sur cinq à six rangs de profondeur, ils prirent racine, « et présentèrent bientôt un obstacle tellement formidable qu'il « était presqu'impossible qu'on le pût franchir ; et cet ouvrage « défectueux revêtit ainsi un caractère respectable » (Lt.-Col. *H. D. Jones*, in *Engr. Papers*. III. 94).

(2) Par le colonel *Hamilton Smith*, *Aide-mémoire*, vol. II. (*Defensive elements*). La même recommandation est faite par *Maggi*, l'un des plus vieux ingénieurs italiens, et par les plus anciens auteurs de fortification française, *Erard de Bar-le-Duc* (livre I, chap. 6), *Noiset Saint Paul* en son *traité complet*, etc. La proposition de ce dernier écrivain reçut son exécution en vertu d'un ordre du comité général des fortifications, en 1795. Voir l'*Aide-mémoire*, I, 257.

du parapet, formeraient la carcasse d'une stockade formidable, dont on remplirait les intervalles avec les bois provenant de l'abattage des autres rangs. Ces derniers seraient en outre utilisables comme abatis, pour défendre une brèche, comme matériaux de réduits palanqués, abris blindés, palissades, et autres travaux concourant à la résistance générale; tandis que, d'autre part, leurs racines remplissant le sol rendraient également pénible le travail de la sape dans les glacis, et les tentatives de l'assiégeant pour rendre praticables les brèches des remparts. « A l'at-« taque de Badajoz, on trouva le tronçon d'un très-« gros arbre abattu depuis plus de deux ans; ses raci-« nes s'étaient tellement développées et formaient « un obstacle si difficile à surmonter, qu'il fallut le « travail d'une deuxième nuit pour donner à la tran-« chée, en ce point, même largeur et même profon-« deur qu'aux autres portions de la parallèle. » (*Jones's sieges*, I, 368, note.) C'est probablement dans un but semblable que l'on a, dans quelques nouvelles forteresses d'Allemagne, couvert de plantations serrées les glacis et les esplanades.

6° *Inondation.* — Quand un cours d'eau passe au-dessus ou au travers d'une fortification, la construction d'une digue ou barrage pour retenir les eaux, ou d'un canal pour les faire dériver de leur lit, peut, en plusieurs endroits, aider avantageusement la défense, en inondant le terrain en avant d'une partie des ouvrages. On considère des inondations de deux

genres : l'inondation *parallèle* et l'inondation *perpendiculaire*. La première, qui se produit quand le débordement s'étend parallèlement à la ligne des défenses, est simplement un obstacle. Elle ajoute considérablement à l'inaccessibilité de la place : en effet, si l'ennemi ne peut ni la forcer ni la tourner, elle l'empêche absolument d'aborder par un mouvement rapide la portion de la ligne qu'elle couvre; elle est donc un très-convenable auxiliaire des faibles garnisons. Si cependant elle se continue tout autour d'une grande portion de l'enceinte, elle confine les défenseurs dans leurs lignes, et limitant leur action, leur ravit l'avantage précieux de profiter des occasions favorables pour prendre à leur tour l'offensive (fig. 38). Si, d'autre part, le barrage ou la coupure sont à quelque distance de la place, il est important de prendre des mesures pour leur assurer une défense indépendante. Des fossés plein d'eau sont des inondations de ce genre. La prise de la source qui alimentait les fossés du Bhurtpoor, fut le premier succès du célèbre siége de cette place, en 1826; à Mooltau, en 1848, les Anglais barrèrent les canaux du Chenab, dont Moolraj tirait un grand parti pour tendre des inondations autour de ces forteresses. Un terrain marécageux enveloppant des ouvrages, et traversé par d'étroites chaussées sur lesquelles on peut concentrer tous les moyens de défense, forme l'un des meilleurs obstacles naturels. Dans le cas néanmoins où le poste assiégé doit long-

temps demeurer sur le pied de la défensive, les chances de fièvres occasionnées par les eaux stagnantes, peuvent, en affaiblissant considérablement la vigueur de la garnison, soulever des objections sérieuses contre ce moyen de défense.

L'inondation perpendiculaire est celle que l'on obtient d'un cours d'eau se dirigeant de la campagne vers la place (fig. 39). Le barrage peut alors s'établir dans l'intérieur ou bien immédiatement au-dessous des défenses. La nappe d'eau produite dans ce cas s'étend en longueur dans une direction perpendiculaire, ou peu s'en faut, au tracé général de l'ouvrage. Elle peut, en s'étendant au loin, sérieusement affaiblir les opérations du corps d'investissement, en l'obligeant à de grands détours pour ses communications, et procure ainsi d'énormes avanvantages aux mouvements offensifs de la garnison. Ainsi quand une forteresse est à cheval sur le confluent de deux rives, comme Coblentz sur le Rhin et la Moselle, Passau sur l'Inn et le Danube, Belgrade, Comorn, Allahabad...... L'armée investissante doit se diviser en trois corps, et assurer au moins par trois ponts ses communications. On peut voir un exemple d'inondation perpendiculaire, dans le plan du siége d'Ath (fig. 105).

Dans les climats sujets à d'âpres gelées, l'inondation ou des fossés pleins d'eau cessent d'être un obstacle en hiver, et deviennent même par le fait une ressource pour l'assaillant. C'est ce qui advint à

Bergen-op-Zoom, le 8 mars 1814, quand les gardes escaladèrent le bastion d'Orangè, en traversant le fossé gelé, et plantant leurs échelles sur la glace. « Après avoir considéré et discuté la matière à fond, « je me décide pour des fossés sans eaux. Ils sont « meilleurs et plus sûrs. Nous avons vu en effet de « notre temps, combien la congélation, dans l'hiver « des fossés pleins d'eau facilite l'assaut d'une ville, « et la met en danger d'être emportée. C'est ce qui « eut lieu à Mirandole, quand le pape Jules en fit le « siége.» (*Machiavelli, art de la guerre*, VII, 1) (1).

Pour ravir cette ressource à l'assaillant, il faut briser la glace à mesure qu'elle se forme. Dans les ouvrages de campagne, cela ne sera pas toujours praticable. Mais la gelée même peut venir en aide à la défense, si l'on arose d'eau les talus extérieurs des parapets, jusqu'à ce que revêtus d'une epaisse et glissante couche de glace, ils soient devenus presque inattaquables *de vive force*.

Quand l'inondation n'est pas assez profonde par elle-

(1) Au nombre des faits inouïs qui signalèrent les premières années des guerres de la Révolution, il faut citer la prise d'une flotte hollandaise, au Texel, par un corps de cavalerie et d'artillerie à cheval qui galoppa sur les eaux du Zuider-Zée. (Voir *Alison*, ch. XVI).

même, pour empêcher l'ennemi d'aborder une position, on y supplée en creusant dans le sol que l'eau doit recouvrir, des trous profonds ou puits irrégulièrement espacés

Les barrages destinés à tendre les inondations peuvent être formés, quand le bois abonde, soit de troncs ou de poutres de toute espèce, couchés transversalement et revêtus de planches en amont et en aval; soit de lits de *fascines*; soit de paniers en bois, ou *gabions*, remplis de pierres ou de lourds déblais, et en quelque sorte *puddlés*, c'est-à-dire couverts d'un épais revêtement de terres argileuses ; soit uniquement enfin de ces dernières terres. Quand le barrage est construit en terre, et qu'on n'a pas sous la main de meilleurs matériaux, il convient de le revêtir de nattes ou de claies en chaume. Un pont solide peut être avantageusement converti en barrage, en tendant des poutres de pile en pile du côté d'amont, ou bien en obstruant de quelque autre façon le passage des eaux sous les arches.

7° *Escarpements*. — Quand des ouvrages ou des postes s'élèvent sur des terrains montueux, on peut tailler perpendiculairement ou presque à pic les talus naturels sur tous les points qui se prêtent à ce travail, de manière à créer en ces points des falaises inaccessibles. C'est ce que l'on nomme *escarper* (*scarping*). Des escarpements de cette sorte furent employés sur une échelle étendue dans les lignes construites devant Lisbonne, en 1810-11. « La prin-

« cipale difficulté, dit sir J. Jones, dans le tracé « d'une ligne destinée à être escarpée, était de trou« ver des portions de terrain d'une pente naturelle « assez abrupte, pour qu'en les taillant sous l'angle « voulu, il n'en résultât point à leur base un che« min susceptible d'offrir un lieu de repos et de « ralliement aux colonnes assaillantes, et de leur « assurer une communication à couvert de tout flan« quement..... On n'a jamais présumé que les es« carpements pussent être laissés sans défenseurs ; « mais on a cru gagner un grand point, en rendant « ainsi des portions de terrain d'un accès tellement « difficile, qu'on put en confier la garde, en toute « sécurité, à de très-faibles détachements, ou à des « troupes peu aguerries. » (*R. E. Papers, vol. III*).

8° *Fougasses.* — Petite mine d'une ressource très-efficace pour la défense, dans les ouvrages importants de la fortification de campagne. On a souvent remarqué que de tous les périls de la guerre, aucun n'impressionne autant l'imagination, aucun n'est autant redouté du soldat, que le danger caché des mines (1). « A l'assaut de Badajoz, les troupes com-

(1) « Je brave tout combattant que je puis regarder en face, attachant mes yeux sur ses yeux, et qui, plein de courage, allume en moi le courage, l'ennemi invisible est le seul que je redoute.... » (*Death of Wallenstein*, 1. 5).

« mandées par le major-général Walker, après avoir « accompli des prodiges de bravoure en escaladant « une muraille de 31 pieds de hauteur (9^m,45), et « poursuivant leurs antagonistes vaincus tout le « long du rempart, furent arrêtées par une simple « pièce de campagne placée sur le terre-plein. A « l'approche des Anglais, le canonnier alluma son « porte-feu, qui jeta une lueur soudaine. Un des « poursuivants les plus avancés s'écria : *Une mine!* « Le mot répété comme par un écho de rang en « rang, occasionna une panique : tous ces braves « se dispersèrent sur le champ ; c'était à qui trouve- « rait un trou, un coin pour s'y blottir. » (*Jones's sieges*, I. 468). De même, à l'attaque de Tournay, en 1709. « Les soldats avaient conçu une terreur « presque superstitieuse des périls de cette guerre « souterraine, où le courage était impuissant, et où « les plus braves, comme les plus pusillanimes, « étaient passibles d'être à l'improviste projetés dans « les airs, ou engloutis dans les entrailles de la « terre, par les explosions d'un ennemi d'autant « plus redoutable qu'il était invisible. » (*Alison's Malborough*, 257).

Pour former une fougasse, on entasse la charge de poudre enfermée dans un petit coffre, soit au pied du glacis, soit dans le fossé, soit en tout autre emplacement estimé le plus favorable pour l'effet que l'on se propose. On met le feu à la main au moyen d'une *manche*, ou tube de toile, rempli de

poudre, et enfermée dans un *auget*, ou tuyau de bois à section carrée, que l'on conduit sous terre dans le fossé, ou, s'il est nécessaire, dans l'intérieur même de l'ouvrage. La boîte et l'auget doivent être préservés avec soin de l'humidité extérieure, et l'emplacement de la mine bien déguisé. Il sera bon de placer la fougasse immédiatement auprès d'abatis ou d'obstacles du même genre, destinés à arrêter l'ennemi sur le terrain miné, en sorte que l'explosion produise tout l'effet que l'on peut en attendre.

On peut encore former des fougasses en enterrant des bombes ou obus de petit calibre par groupes de trois ou de quatre, ou d'énormes bombes isolément A cet effet, on enfoui dans le sol :

Les bombes de 8 pouces ($0^m,20$), à 3 pieds ($0^m,91$) de profondeur;

Les bombes de 10 pouces ($0^m,25$), à 5 pieds ($1^m,52$) de profondeur;

Les bombes de 13 pouces ($0^m,33$), à 6 pieds ($1^m,83$) de profondeur.

On place ces projectiles dans une caisse, la fusée en bas, et reposant sur une planche ou cloison horizontale percée de trous, au travers desquels les fusées communiquent avec la poudre logée dans le compartiment inférieur de la caisse. La charge de terre que supporte la caisse, suffit quelquefois pour que les projectiles creux soient chassés à la surface du sol avant d'éclater.

Il paraît que les Français à Badajoz employèrent un *chapelet* ou traînée continue de bombes de 14 pouces ($0^{m},36$), le long de la contrescarpe du front où s'ouvraient les brèches. (*Ordre du colonel Lamarre*, chef du génie de la garnison, rapporté dans *les siéges de Jones*, I, 256.)

Les *fougasses pierriers* se construisent en creusant une excavation en forme d'entonnoir ou d'embrâsure oblique, dont l'axe se dirige en avant du front de l'ouvrage (fig. 40). Au fond de l'entonnoir on place la charge, sur la charge un couvercle ou châssis de fortes planches; on remplit le surplus de l'excavation de pierres ou de briques.

A Gibraltar, en 1782, tandis que les assiégeants tentaient de miner la face, alors sans flanquement, de la falaise qui règne au pied de la batterie Willis, des mines ou *chances* furent tirées du sommet du rocher, au moment même où les assaillants arrivaient presque au-dessous; les pierres ainsi projetées causèrent à ces derniers des pertes considérables. (*Drinkwater*, Ch. VIII) (1).

Aussi bien que l'eau, le feu a été employé comme obstacle auxiliaire pour défendre l'accès d'une brèche large et praticable. Durant le siége de Turin,

---

(1) *Voir* NOTE C, à la fin de l'ouvrage.

en 1706, « Nous avions, dit un historien de la dé-
« fense, de justes raisons de craindre que l'ennemi
« ne nous attaquât de nouveau avec plus de force
« et de vigueur. Pour nous mettre en mesure de
« le bien recevoir, nous entassâmes par piles, au
« sommet des brêches, une énorme quantité de fa-
« gots, de bûches et d'autres matières inflamma-
« bles. Le feu mis à ces bûchers, nous continuâmes
« à l'alimenter avec des toiles imbibées d'huile et
« de goudrons ardents. Les ennemis se voyant sé-
« parés de nous par un vaste océan de feu, furent
« étrangement surpris d'un si terrible stratagême. »
Et cela se renouvela chaque nuit.

(*Military History of Eugène and Marlborough*, I, 238).

L'emploi de bûchers allumés au sommet des brêches est également recommandé par Vauban, dans ses instructions pour la défense de Quesnoi et de Verdun. (*Allent*, *Hist. du Corps du Génie*).

MATÉRIAUX.

1° *Gabions*. — Paniers cylindriques, sans couvercle ni fond, dont on fait un fréquent usage pour former des revêtements. (fig. 41, 44, 45, 48.) Ils ont

ordinairement de 2 pieds 9 pouces à 3 pieds de haut (0m84, à 0m91), sur 20 à 24 pouces de diamètre 0m51 à 0m61), et pèsent de 25 à 40 livres (11 à 18 kilog.). Le moyen le plus rapide de se procurer un abri artificiel contre la mousqueterie d'un ouvrage, est de creuser une tranchée, et de remplir avec les terres qu'on en retire, un rang de gabions placés debout sur le bord même de l'excavation, du côté de l'ennemi. L'art de s'approcher d'une forteresse à l'abri de semblables tranchées, constitue l'art des *sapes;* la tranchée elle-même porte le nom de *sape*. Quand elle n'a de feux à redouter que d'un côté seulement, on l'appelle *sape simple ;* exposée aux feux sur ses deux côtés, et par conséquent couverte sur ses deux côtés par des gabions, elle prend le nom de *sape double*. Soit qu'on exécute une sape double, pour marcher directement sur un ouvrage, soit que l'on chemine obliquement par l'emploi d'une sape simple, il est nécessaire de protéger la *tête* de la sape par quelque abri mobile, susceptible d'être aisément déplacé à mesure que le travail avance. On se sert, à cet effet, de gros gabions doubles, consistant en deux paniers concentriques dont l'intervalle annulaire est rempli par un fort bourrage de branches d'arbres (fig. 42). Couché en long, ce double gabion forme un énorme rouleau à l'épreuve de la balle, appellé *rouleau de sape*, que l'on peut aisément déplacer à mesure que la tranchée avance. Ses dimensions habituelles sont

de 6 pieds sur 4 (1m83 sur 1m22), avec un intervalle de 9 pouces (0m23) entre les deux gabions concentriques. On a trouvé qu'en donnant au rouleau de sape un léger renflement en son milieu, à l'instar du bouge d'un tonneau, on peut le faire pivoter beaucoup plus aisément sur lui-même, dans les portions de cheminements où la sape doit former un coude.

2° *Fascines*. — Fagots de menus branchages. (fig. 43). Pour les confectionner convenablement, construisez des chevalets, formés chacun de deux piquets enfoncés obliquement en terre, de manière à se recroiser mutuellement en croix de Saint-André; que ces chevalets soient espacés d'environ 3 pieds (0m92); couchez les branches et les rameaux sur les chevalets, jusqu'à ce qu'il y en ait assez pour former un fagot de la grosseur voulue; serrez-les, ou *étouffez-les* (*choke*) fortement ensemble, et liez-les de distance en distance par des *harts* ou de la menue corde. Pour les *étouffer*, (*choknig*), on se sert d'un outil consistant en un cordage ou une chaîne réunissant les gros bouts de deux leviers: on passe la chaîne autour du fagot, et deux hommes, pesant sur les leviers, le serrent vigoureusement, pendant qu'un troisième attache la hart. On transporte alors plus loin l'*étouffoir* (*choker*), pour attacher une nouvelle hart, et l'on continue jusqu'au bout de la fascine, plaçant les harts à 12 ou 18 pouces d'intervalle (0m30 à 0m45), On se sert de

fascines pour revêtir des parapets et des embrâsures (fig. 46, 47, 48, 49, 50), former des barrages, combler des fossés pleins d'eau, asseoir des plates-formes d'ouvrages ou des chaussées sur des marécages ou des sables mouvants,.... etc. Ainsi, à la grande bataille de Blenheim, les alliés se servirent de fascines pour franchir les petits ruisseaux marécageux qui les séparaient de la position des Français. A l'attaque d'Acre par Bonaparte, en 1799, « les grenadiers s'élancèrent des tranchées, mais furent bientôt arrêtés par un large et profond fossé, que protégeait une contrescarpe revêtue. Cet obstacle cependant fut bientôt surmonté. Des fascines furent jetées dans le fossé, les échelles dressées dessus, et les troupes descendant alors dans le fossé, se ruèrent à l'assaut. » (*Article on acre*, in *R. E. Papers*, vol. VI, 28). C'est dans le même but que Marlborough, marchant pour surprendre les lignes de Villeroy entre la Meuse et Anvers, fit prendre à chaque cavalier une botte de foin suspendue à l'arçon. (*Alison's Marlborough*, p. 124).

3° *Claies*. — Très-employées par les anciens dans leurs ouvrages de campagne; elles sont encore à l'occasion, d'un bon service pour des revêtements; alternées avec des lits de fascines, elles servent également à consolider un terrain détrempé. Des couches de clayonnages, recouvertes de bruyères et de graviers, ont été employées sur une grande échelle par Stéphenson, dans la fondation du che-

min de fer de Liverpool à Manchester, à la traversée de Chat-Moss. A Anvers, les Français ont fait passer leur artillerie dans les tranchées qu'inondaient des pluies diluviennes, sur une double rangée de fascines recouvertes d'une couche de fortes claies (*U. S. Journal* for 1833, p. 360).

Les claies employées à porter des charges peuvent recevoir 6 pieds de longueur (1m,83), sur une largeur de 2 pieds 9 pouces (0m,84). Une claie de ces dimensions pèse, desséchée, environ 50 livres (25 kilogr.)

On peut construire des revêtements en clayonnage, en élevant sur tout le pourtour de la base du talus à revêtir, de longs piquets enfoncés en terre de 2 pieds environ (0m,61). On entrelace les branchages autour des piquets, alternativement en dedans et en dehors, et on les relie par des liens verticaux quand le treillage est achevé. Des clayonnages semblables s'emploient dans les Flandres pour revêtir les escarpes submergées de fossés pleins d'eau.

4° *Sacs à terre.* — Dans le service britannique, ils sont confectionnés avec une toile de chanvre ayant ordinairement 2 pieds 8 pouces de long (0m,81), sur 1 pied 3 pouces de large (0m,38). Ils sont extrêmement utiles pour la constrution d'un parapet ou d'une traverse sur un terrain qu'il serait malaisé ou que l'on ne se propose point de fouiller; pour former des créneaux au sommet d'un épaule-

ment (fig. 52); pour tamponner on bourre des mines, après qu'on les a chargées; pour revêtir certaines natures de terres qui, dépourvues de liaison, couleraient à travers des claies (fig. 51, 52). Quand on s'en sert pour dessiner une embrâsure ou une barbette, il convient de les recouvrir de peaux crues, empêcher qu'ils ne prennent feu par la décharge des pièces. Dans les climats secs, les fascines et les gabions sont également sujets à de tels accidents. A Mooltan, en 1849, on en fit l'expérience sur une batterie dont le massif était entièrement construit de fascines longues de 9 pieds ($2^m,74$). Quatre officiers du génie et deux sapeurs cipayes élevèrent la portion du massif qui sépare deux pièces consécutives, en un peu moins d'une demi-heure, tous les matériaux rendus sous la main. Le lendemain du jour où la batterie fut armée, elle prit feu par l'explosion d'un obus lancé de la citadelle, et devint entièrement la proie des flammes. (*Major Siddons's Journal of the siege*, *R. E. Corps Papers*, I, 45). Quand les Anglais attaquèrent la Havanne, en 1762, le feu prit aux fascines et aux gabions de bois sec dont les ouvrages des assiégeants étaient formés, et brûla deux jours durant, jusqu'à ce que tous les parapets fussent complétement détruits.

Un sac à terre plein, des dimensions données, présente, rangé dans le parapet, environ 6 pouces d'épaisseur ($0^m,15$), et pèse environ 6 livres ($2^{kil},72$).

Les matériaux que l'on vient de décrire ne sont point les seuls que l'on emploie pour les revêtements des ouvrages de campagne. Il paraît que dans les guerres continentales du temps de Louis XIV, des *ballots de laine* entraient comme un article régulier dans l'approvisionnement de campagne pour la formation des logements. On s'en servit abondamment à l'attaque du château d'Édimbourg, quand le duc de Gordon l'occupa, après la révolution de 1688. (*Grant's mémorials of Edinburgh Castle.*) A l'attaque du fort Christoval, vis-à-vis Badajoz, en juin 1811, on employa des ballots de laine à l'entière construction du parapet d'une batterie établie sur le roc. On put constater, après le siége, que ce parapet avait résisté à l'artillerie de la place, dont il était distant de 450 yards (415 mètres), et que ses façons étaient admirablement conservées. (*Jones's Siéges*, I. p. 49.) A Bhartpoor, en 1825, des parapets entièrement construits de *ballots de coton*, à 8 ou 900 yards du fort (730 mètres à 820 mètres), résistèrent aux projectiles de tous les calibres en usage que l'on tira contre, même au boulet anglais de 18 livres (à peu près le boulet de 16 français), le projectile les traversant cependant de part en part, et venant rouler dans l'intérieur de

la batterie sans les endommager autrement. Il y a lieu de croire toutefois que, plus rapprochés du feu de l'ennemi, des parapets de cette sorte n'auraient qu'une faible valeur. (*Boileau's Journal of the siege.*)

Des *gazons* coupés en rectangles oblongs, et rangés alternativement par lits de boutisses et de panneresses comme les briques d'un mur, constituent de tous les genres de revêtements, celui qui réunit à l'apparence la plus agréable à l'œil, la plus probable solidité. Il faut disposer les gazons perpendiculairement à la surface du talus à revêtir, l'herbe en dessous; et pour que les terres des gazons puissent mieux se relier aux terres du parapet, il convient de mener de front ces deux parties de la construction. Il convient également de revêtir le talus intérieur du parapet, depuis sa base, sur le terrain naturel, et non pas seulement depuis le massif de la banquette.

Dans les climats chauds, on peut construire d'excellents revêtements avec des terres détrempées et gâchées. L'on peut même construire ainsi tous les massifs du parapet, à l'imitation des célèbres forts en terre de l'Inde. Quand on a le temps, et qu'il convient de soigner la construction de certains ouvrages de campagne, on peut employer le *pisé*, c'est-à-dire une superposition successive de couches épaisses de terre gâchée et pétrie entre des châssis mobiles formés de fortes planches, jusqu'à ce qu'elle ait acquis une compacité d'une consistance incroyable pour qui n'en n'a

pas vu d'exemple. Les murs des fortifications moresques en Espagne, telles que l'Alhambra et le château de Gibraltar, paraissent être entièrement formés d'une sorte de *pisé* d'argile et de graviers. (*Murphy's mahométan empire in spain*, 287. *R.-E. Papers*, III. p. 92). Dans l'Inde supérieure, et dans beaucoup d'autres contrées, les débris des nombreuses murailles en terre dont les ruines jonchent le sol, fournissent en abondance, et tout préparés d'excellents matériaux pour revêtements.

Pour retenir les escarpes taillées dans un sol dépourvu de liaison, l'on a quelquefois recours à de laborieux revêtements en charpente. Mais ce genre de construction sur une grande échelle, ne saurait convenir aux circonstances ordinaires de la fortification de campagne; aussi ne l'emploie-t-on que très-rarement. Si l'on a du bois en abondance, il vaut mieux l'employer à élever une escarpe détachée, comme celle que décrit sir J. Jones, dans le passage rapporté plus haut, au sujet des redoutes de la montagne de la Couronne dans les Pyrénées (Voir *Palissades*).

ACCESSOIRES.

Les *traverses* sont de longs massifs en terre, en re-

pos sur le parapet dans l'intérieur de l'ouvrage, et dont le but est :

1° D'arrêter les effets d'un feu d'enfilade;

2° De diminuer les effets destructeurs de l'éclatement des projectiles creux, en interceptant les éclats qu'ils projettent;

3° De dérober l'intérieur des défenses aux vues d'une hauteur dominante ;

4° De masquer les ouvertures ménagées dans le parapet, pour communiquer avec le dehors.

Quand la traverse a simplement pour objet d'arrêter les éclats des projectiles creux, et que la face sur laquelle elle se détache n'est point susceptible d'enfilade, il suffit de lui donner une épaisseur à l'épreuve de la mitraille, ou de deux à cinq pieds au sommet (0^m, 61 à 1^m, 52). On peut promptement construire une traverse de ce genre avec des sacs à terre, ou une double rangée de gabions (fig. 45, 48). Sa longueur fixée de 18 à 20 pieds (5^m,49 à 6^m,10), sera suffisante pour couvrir les canonniers et les pièces en batterie. On lui donnera même hauteur qu'au parapet, auquel on pourra la rattacher, ou dont il sera loisible de la séparer par un étroit couloir d'une largeur suffisante pour permettre la communication.

Les traverses élevées sur les lignes passibles d'enfilade, doivent être naturellement à l'épreuve du gros boulet. On est dans l'usage de la construire de deux en deux, ou de trois en trois bouches à feu, sur les faces des ouvrages permanents, dès que l'on appréhende

un siége. On leur donne ordinairement 12 pieds d'épaisseur au sommet (3^m,66).

La hauteur d'une traverse destinée à dérober l'intérieur d'un ouvrage aux vues du dehors, dépend de l'élévation relative et de la position du terrain dangereux dont l'ouvrage doit être défilé.

La traverse destinée à masquer la solution de continuité d'un parapet, s'élève ordinairement dans l'intérieur de l'enceinte, et parallélement à la direction du parapet. Devant résister aux mêmes calibres, elle doit avoir même épaisseur que lui. Une traverse élevée dans ces conditions, a, dans les petits ouvrages, le grave inconvénient de manger une grande portion de l'espace intérieur. Il vaut mieux, quand cela se peut mettre à couvert l'entrée d'un ouvrage de campagne, soit en la plaçant dans un angle rentrant, soit en brisant le parapet en deux portions dont l'une recouvre quelque peu l'autre, comme on le voit dans l'ouvrage de campagne représenté fig. 63.

Les traverses à l'épreuve de la balle et de la mitraille, peuvent se construire en très-peu de temps, soit avec un simple rang de gros gabions, du genre des rouleaux de sape, soit avec des caisses de bois blanc remplies de terre, soit avec un massif de *pisé*.

Les traverses de défilement, bien qu'ayant le grave défaut d'occuper une utile portion de l'espace intérieur, peuvent rendre souvent de bons services en servant à prolonger la défense de l'ouvrage. Au siége de Toulon, la garnison anglaise du fort nommé

le Petit-Gibraltar, trouva dans la défense opiniâtre des traverses intérieures, l'occasion de faire éprouver à l'assaillant de grosses pertes, et de lui disputer longtemps, pied à pied, la libre possession de l'ouvrage (*Dufour*, *Mémorial pour les travaux de guerre*.)

On peut aussi tirer parti des traverses, pour former des compartiments creux, dans leur épaisseur, ou des galeries, dans leur longueur, revêtus en charpente, et servant de magasins pour y loger les munitions. Les plus grandes traverses ont même quelquefois prêté leurs flancs à la construction d'aménagements intérieurs à l'épreuve de la mitraille, pour servir au repos d'une partie de la garnison.

On se procure rapidement un magasin, en appuyant obliquement contre un mur, ou contre le talus intérieur du parapet, de longues pièces de bois, dont l'on charge la surface extérieure d'un ou deux pieds de terre ($0^m,30$ à $0^m,61$). Si l'on manque de bois, on peut former de petits magasins, en enterrant debout des coffres à munitions dans l'extrémité d'une traverse, ou dans le talus intérieur du parapet, en sorte que leur couvercle s'ouvre à l'instar d'une porte d'armoire ou de placard.

On construit souvent aussi des magasins détachés, à l'épreuve de la mitraille, avec des châssis de bois et de forts madriers, le tout recouvert d'une épaisse couche de terre. (fig. 54, 55, 56.)

Les bouches à feu doivent souvent fournir des dé-

charges répétées sans changer d'emplacement; dans ce cas, pour que leur tir puisse s'exécuter avec célérité et justesse, et qu'on puisse aisément les reporter en avant après le recul, on les établit sur une *plate-forme* solide et bien plane. Dans la fortification permanente, cette plate-forme est souvent en maçonnerie; dans les ouvrages de campagne, elle doit être en bois. La figure 53 montre l'ancien modèle des plates-formes en bois et en maçonnerie; la figure 51 donne la forme moderne d'une légère plate-forme de campagne. Elle se compose de 5 gîtes de 15 pieds de long (4^{m},57), sur 5 pouces d'équarrissage (0^{m},13); de 20 madriers, longs de 11 pieds 6 pouces (3^{m},51), sur 9 pouces de large (0^{m},25); de 2 poutrelles de 15 pieds de long (4^{m},57), sur 4 pouces de large (0^{m},11). On met d'abord les gîtes en place; on les recouvre avec les madriers, dont les bouts arrasent les bords extérieurs des deux gîtes extrêmes: au-dessus du lit de madriers, immédiatement au-dessus des deux gîtes extrêmes, on place les deux poutrelles, et l'on arrête fortement chaque poutrelle et le gîte qui est au-dessous, au moyen d'amarres ou commandes, appelées *commandes de guindage*. Ces amarres consistent en un bout de cordage attaché à l'extrémité d'un petit bâton ou billot, dont l'autre extrémité se termine en pointe. On passe ce cordage autour de la poutrelle et du gîte qui est au-dessous, au moyen d'entailles pratiquées d'avance à cet effet dans les extrémités des madriers; on le

tourne deux fois sur lui-même; puis insérant le bout en pointe du billot dans la boucle ainsi formée, et tournant le billot, on tord l'amarre jusqu'à ce que, sous la pression exercée, les trois parties de la plate-forme deviennent parfaitement jointives,

On nomme *heurtoir* une pièce de bois équarri, placée sur le bord antérieur de la forme, pour recevoir les roues de l'affût quand la pièce rentre en batterie, et les empêcher d'endommager le parapet. Une fascine peut en servir au besoin.

On donne ordinairement aux plates-formes une inclinaison de 6 pouces (0_m,15) de l'arrière à l'avant, dans le but de diminuer le recul. Les plates-formes des barbettes doivent être cependant parfaitement horizontales, et avoir des dimensions relatives au champ latéral de tir dont on a besoin.

On construit de même les plates-formes à mortiers, mais dans des dimensions plus petites, 7 pieds 1/2 sur 6 pieds 1/2 (2^m,29 sur 1^m,98), et avec des bois d'un plus fort équarrissage. Généralement on place de grosses traverses ou lambourdes au-dessous des gîtes, et l'on tient la plate-forme parfaitement horizontale.



Les planches du Cours élémentaire de fortification et celles de l'article ci-dessus, se trouveront avec la suite de ces mêmes articles dans le n° de Janvier.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]


PRESTO

TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans le 2e volume de la 4e série.

N° 4.

N° 5.

N° 6.

Paris. — Imprimerie de H. CARION Père, rue Richer, 20.



